

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПОДБОР ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
СБОРКИ И СВАРКИ ГЛАВНОЙ ПОПЕРЕЧНОЙ БАЛКИ КУЗОВА
ЭЛЕКТРОПОЕЗДА ЭС2Г «ЛАСТОЧКА»**

Выпускная квалификационная работа

Направление подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиль Машиностроение и материалобработка

Профилизация Технологии и технологический менеджмент в сварочном
производстве

Идентификационный код ВКР: 607

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально–педагогический
университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и
металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ИММ
_____ Б.Н.Гузанов
« ____ » _____ 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**Разработка технологии и подбор оборудования для сборки и сварки
главной поперечной балки кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка»**

Исполнитель:
студент группы ЗСМ-503 _____ В.П. Полехин

Руководитель:
старший преподаватель _____ Е.В. Радченко

Нормоконтролер:
к.т.н., доцент _____ Л.Т. Плаксина

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 97 листа машинописного текста, 90 страниц, 5 рисунков, 17 таблиц, 30 используемых источников, 2 приложения, графическая часть на 6 листах формата А1.

Ключевые слова: ГЛАВНАЯ ПОПЕРЕЧНАЯ БАЛКА, СВАРОЧНЫЙ ТРАКТОР, АВТОМАТИЧЕСКАЯ СВАРКА В СРЕДЕ ЗАЩИТНЫХ ГАЗОВ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОГРАММА ПЕРЕПОДГОТОВКИ РАБОЧИХ ПО ПРОФЕССИИ «СВАРЩИК-ОПЕРАТОР ПОЛНОСТЬЮ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ, АВТОМАТИЧЕСКОЙ И РОБОТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ», ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ.

В дипломном проекте разработана технология сборки и автоматической сварки в среде защитных газов изделия «Главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономического эффекта от внедрения новой технологии.

Разработана программа переподготовки рабочих по профессии «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки».

					ДП 44.03.04.607 ПЗ						
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дат	Разработка технологии и подбор оборудования для сборки и сварки главной поперечной балки кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка»	Литер			Лист	Листов	
Разраб.		Полехин							3	90	
Провер.		РадченкоЕ.В.									
Н. Контр.		Плаксина Л.Т.									
Утверд.		Гузанов Б.Н.				ФГАОУ РГПУ ИИПО гр.ЗСМ-503					

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
Описание Электропоезда ЭС2Г «Ласточка».....	7
1.1 Описание изделия.....	7
1.2 Материал изделия его свариваемость.....	11
1.3 Выбор способа сварки сварки.....	13
1.4 Применяемые сварочные материалы.....	16
1.5 Режимы сварки	17
1.6 Технологический процесс изготовления по базовой технологии.....	19
1.7 Разработка проектируемого варианта технологии.....	22
1.8 Выбор режимов сварки проектируемой технологии.....	27
1.9 Отработка проектируемого варианта технологии.....	29
1.10 Рентгено-графический контроль.....	31
1.11 Технологический процесс по проектируемой технологии.....	36
Экономический раздел.....	43
2.1 Определение капиталлообразующих инвестиций.....	43
2.2 Расчет количества оборудования и его загрузка.....	47
2.3 Расчет капитальных вложений.....	49
2.4 Расчет балансовой стоимости оборудования.....	50
2.5 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции.....	51
2.6 Расчет полной себестоимости изделия.....	59
2.7 Расчет основных показателей сравнительной эффективности.....	65
Методический раздел.....	71
3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов.....	72
3.2 Разработка учебного плана переподготовки.....	78
3.3 Разработка тематического плана «Спецтехнология».....	79
3.4 Разработка плана- конспекта урока.....	80
Заключение.....	89
Список использованныхисточников.....	91
Приложение.....	94

ВВЕДЕНИЕ

Всестороннее развитие человечества подталкивает отрасли производства к росту прогресса, а именно к замене ручного труда на автоматизацию. Вот и в сварочном производстве для улучшения качества и производительности необходимо по максимуму использовать автоматическую сварку.

Жаль, но смотря на общий уровень автоматизации, производства не всегда является достаточно высоким. Это касается и производства рассматриваемого изделия.

Объектом выпускной квалификационной работы является технология изготовления главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

Предметом разработки является процесс сборки и сварки главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

Цель работы – модернизация оборудования, оснастки и технологии сварки детали для повышения качества получаемой продукции и производительности ее изготовления.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать базовый вариант;
- проработать и обосновать проектируемый способ сварки главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка»;
- провести необходимые расчеты автоматической сварки;
- выбрать и обосновать сборочное и сварочное оборудование;
- разработать технологию сварки главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка»;
- провести расчет экономического обоснования внедрения проекта;

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						5
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

- разработать программу подготовки электросварщиков для данного вида сварки.

Таким образом, в дипломном проекте в технологической части разработан проектируемый вариант технологического процесса сварки главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка», включающий автоматическую сварку при помощи сварочного трактора; в экономической части – приведено технико-экономическое обоснование данной разработки; методическая часть – посвящена проектированию программы подготовки сварщиков, которые могут осуществлять спроектированную технологию производства сварки главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

В процессе разработки дипломного проекта использованы следующие методы:

- теоретические методы, включающие анализ специальной научной и технической литературы, а также обобщение, сравнение, конкретизацию данных, расчеты;
- эмпирические методы, включающие изучение практического опыта и наблюдение.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						6
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

1 Описание Электропоезда ЭС2Г «Ласточка»

Электропоезд «Ласточка» с асинхронными тяговыми двигателями предназначен для перевозки пассажиров на железных дорогах с колеей 1520 мм и является решением для пригородных и региональных перевозок.

Электропоезд постоянного тока ЭС2Г «Стандарт» — городской экспресс, предназначенный для перевозок пассажиров на выделенных маршрутах с высоким пассажиропотоком и длиной участка оборота не более 60 км.

Облегченная конструкция кузовов вагонов позволяет сократить потребление энергии. Интеллектуальная система управления, тяговое оборудование и система автоведения, также способствуют повышению энергоэффективности поезда, дополнительно обеспечивая рекуперацию энергии при генераторном торможении. Улучшенная концепция поезда способствует снижению затрат на техническое обслуживание и ремонт.

Конструкция электропоезда «Ласточка» соответствует международным стандартам эргономики и безопасности.

Кузова из алюминиевых профилей с пневмоподвеской обеспечивают высокий комфорт на любой скорости, а элементы гашения энергии и крэш-элементы защищают пассажиров и персонал в маловероятных случаях непредвиденных ситуаций.

1.2 Описание рассматриваемого изделия

Назначение изделия

Объектом рассмотрения в выпускной квалификационной работе является главная поперечная балка нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка».

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						7
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Главная поперечная балка наряду с брусом и кожухом входит в состав буферного бруса и является одной из важнейших составляющих нижней рамы кузова электропоезда.

Основное назначение главной поперечной балки состоит в том, что она является опорой ходовой части электропоезда – тележки.

Балка воспринимает основную часть нагрузок, приходящихся на нижнюю раму и кузов электропоезда.

Главная поперечная балка является одной из самых жестких и прочных конструкций в нижней раме и кузове электропоезда в целом.

Кроме того, за счет балки выставляется необходимая разница расстояния между уровнями оси механизма сцепки и осями колес тележки.

Структура рассматриваемого изделия

Поперечная балка нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка» состоит из двух деталей профильного типа, изготовленных из деформируемого термически неупрочняемого алюминиевого сплава АМг 4,5 (5083).

Общий вид изделия представлен на рисунке 1.1.

Геометрические размеры поперечной балки указаны на рисунке 1.2, 1.3.

Профили заготовок изготовлены методом горячего прессования.

В состав изделия входят два сварных стыковых соединения, расположение которых показано на рисунке 1.4.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						8
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

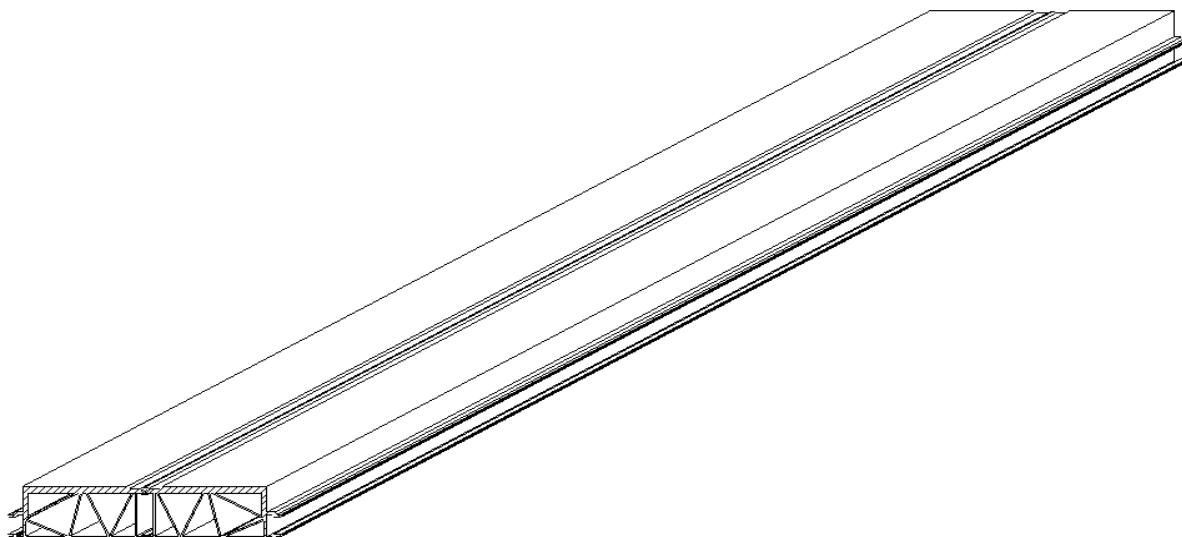


Рисунок 1.1 – Эскиз поперечной балки

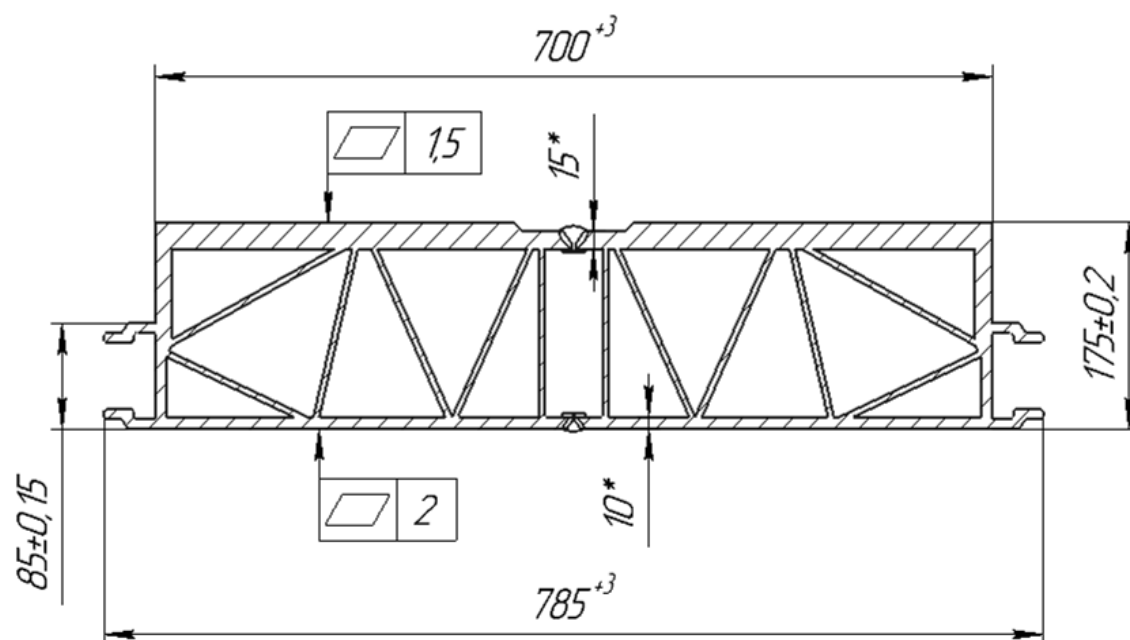


Рисунок 1.2 - Чертеж поперечной балки (разрез)

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.607 ПЗ

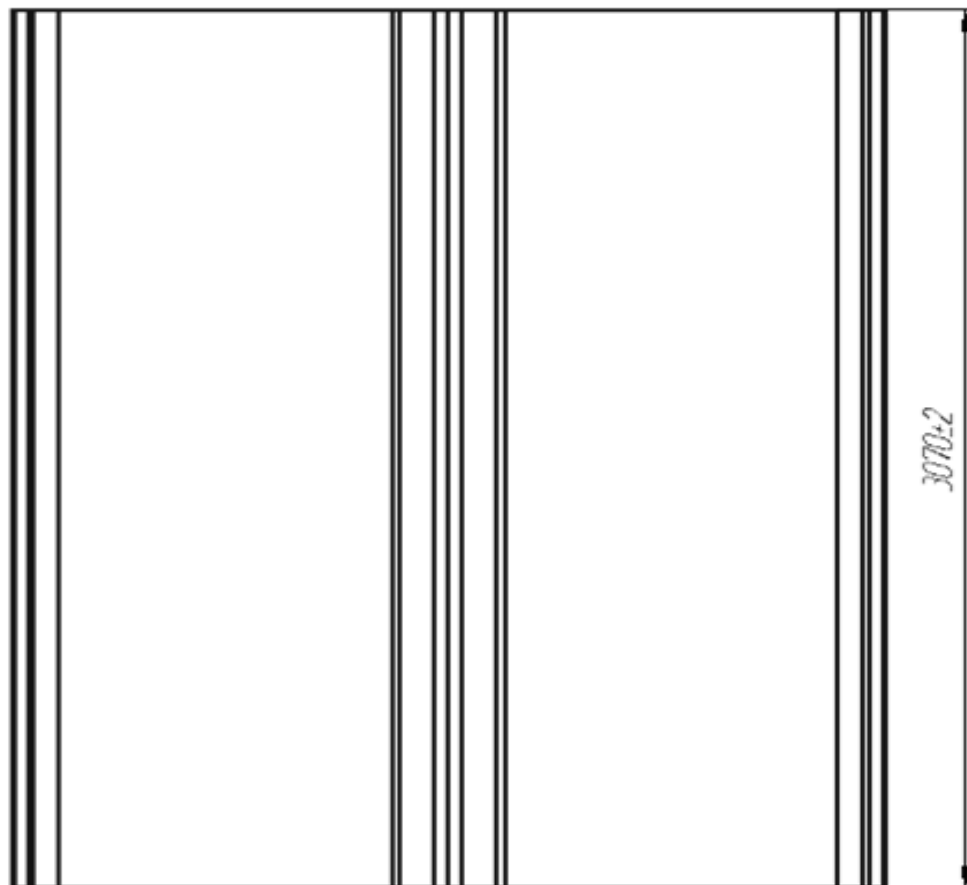


Рисунок 1.3 - Чертеж поперечной балки (вид сверху)

Технические требования к изделию:

Требования к сварным соединениям поперечной балки определены в стандартах ГОСТ 14806-80 и ГОСТ EN 15085-2015.

В соответствии с этими стандартами, деталь и ее сварные швы должны обладать следующими характеристиками:

1. Категория безопасности швов: средняя (разрушение сварного соединения приводит к ухудшению работы всей конструкции или может косвенно привести к получению травм);
2. Категория нагрузки: средняя;
3. Класс эксплуатации сварных швов: СРС2;
4. Класс контроля сварных швов СТ 3.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						10
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из данных характеристик, к изделию и его швам предъявляются следующие требования:

- Поверхности соединяемых деталей в месте сварки должны быть очищены от окалины, ржавчины, краски, пыли, жира и прочих загрязнений. Дополнительно для обработки поверхности можно использовать пленки, покрытия, средства защиты от коррозии, герметики и клеи, если подтверждена их совместимость с методом сварки;
- Недопустимы: поры, трещины, твердые включения, отсутствие сплавления кромок, непровар; ручная дуговая сварка покрытыми электродами, а также газовая сварка.
- При согласовании допустимы: брызги металла, следы от сварки (вмятины от электродов, кольцевые наплывы, неровности вследствие тепловой деформации и т.д.) не превышающие 10 % от толщины листа.
- Остальные технические требования, предъявляемые к изделию, отражены на рисунке 1.2.

1.2 Материал изделия

В качестве материала изделия используется деформированный термически неупрочняемый сплав АМг 4,5 (5083) по ГОСТ 4784-97.

Химический состав сплава и его механические свойства указаны в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав сплава АМг 4,5

Обозначение		Массовая доля элементов, %							
1		2	3	4	5	6	7	8	9
ГОСТ	EN, ISO	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Cr	Ti
АМг 4,5	5083	0,4	0,4	0,1	0,4-1,0	4,0-4,9	0,25	0,05-0,25	0,15

Таблица 1.2 - Механические свойства АМг 4,5

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ , %	Плотность, г/см ³
1	2	3	4
280	140	20	2,66

Свариваемость сплава АМг 4,5

Согласно справочной литературе [1],[2], сварка алюминия и его сплавов связана со следующими трудностями:

1. Наличие и возможность образования тугоплавкого окисла Al_2O_3 ($T_{п}=2050^{\circ}C$) с плотностью больше, чем у алюминия; данный окисел затрудняет сплавление кромок соединения и способствует загрязнению металла шва частицами этой пленки.

2. Резкое падение прочности при высоких температурах может привести к разрушению твердого металла не расплавившейся части кромок под действием веса сварочной ванны. В связи с высокой жидкотекучестью, алюминий может вытекать через корень шва. При этом размеры сварочной ванны трудно контролировать, так как алюминий при нагреве практически не меняет своего цвета. Кроме того, алюминий имеет высокую теплопроводность.

3. В связи с большой величиной коэффициента линейного расширения и низким модулем упругости сплав имеет повышенную склонность к короблению.

4. Необходима тщательная подготовка сварочных материалов и свариваемых деталей.

5. В связи с резким повышением растворимости газов в нагретом металле и задержкой их в металле при его остывании, возникает интенсивная пористость, обусловленная наличием водорода, приводящая к снижению прочности и пластичности металла.

6. Металл шва склонен к возникновению трещин в связи с грубой столбчатой структурой и выделением по границам зерен легкоплавких

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						12
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

эвтектик, а также развитием значительных усадочных напряжений в результате высокой литейной усадки алюминия (7%).

Все сплавы системы Al-Mg хорошо свариваются аргонодуговой сваркой и сваркой плавящимся электродом в смеси газов, но характеристики сварного шва зависят от содержания магния.

Чем больше содержание магния в сплавах группы Al-Mg, тем они прочнее, но менее пластичен. С ростом содержания магния уменьшается коэффициент трещинообразования, возрастает пористость сварных соединений, а также снижается стойкость к коррозии.

1.3 Выбор способа сварки

1. Автоматическая сварка неплавящимся электродом с присадочным материалом;
2. Использование роботизированной сварки;
3. Автоматическая сварка плавящимся электродом с использованием сварочного трактора.

Автоматическая сварка неплавящимся электродом имеет значительно меньшую производительность, чем MIG сварка. Кроме того, применение автоматической сварки неплавящимся электродом с присадочным материалом влечет за собой покупку достаточно дорогостоящего оборудования, так как имеющееся оборудование, отведенное на сварку данного изделия, не подходит для сварки неплавящимся электродом.

Применение роботизированной сварки данного изделия является нецелесообразным ввиду необходимости покупки дорогостоящего робота и сопутствующего оборудования при сравнительно малых объемах производства данного изделия. Также нецелесообразно применение роботизированной сварки для длинных прямолинейных швов, заложенных в данном изделии.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						13
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Автоматическая сварка плавящимся электродом в смеси газов с применением сварочного трактора значительно повышает производительность и качество получаемых сварных швов. В данном случае можно использовать уже имеющееся на предприятии оборудование. Необходимо произвести закупку сварочного трактора, сопоставимого по цене с имеющимся сварочным полуавтоматом.

В номенклатуре оборудования марки Fronius имеется сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45.

Данный трактор является компактным и легким. Он прост в установке, а также хорошо совместим с имеющимся на предприятии оборудованием.

Технические характеристики трактора указаны в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Характеристики Fronius FLEXTRACK 45

ТРАКТОР СВАРОЧНЫЙ	
Положение сварки	РА, РВ, РС, РF, РG
Горизонтальная скорость перемещения	3-90 м/ч.
Время заварки кратера	0-5 с.
Максимальная грузоподъемность	30 кг.
Вес (без суппорта горелки)	12,5
ШКАФ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ	
Входное напряжение 50 - 60 Гц.	115/230 В
Вес (без кабелей)	5,3 кг.
ПУЛЬТ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ	
Длина кабелей	10 м.
Вес (без кабелей)	1,5 кг.
КОЛЕБАНИЯ	
Скорость колебания	5 – 400 см/мин.
Амплитуда	2 – 30 мм.
Вес колебателя	2 кг.

Исходя из анализа представленных вариантов, выбираем автоматическую сварку плавящимся электродом в смеси газов с применением сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45.

Кроме того, можно рассмотреть вариант модернизации сборочно-сварочного приспособления.

В существующей технологии сборочно-сварочное приспособление оборудовано механическими прижимами в количестве семи штук. Фиксация детали в сборочно-сварочном приспособлении занимает значительное количество времени от общей трудоемкости.

В качестве варианта модернизации сборочно-сварочного приспособления было предложено заменить механические прижимы на пневматические.

Данное решение могло бы существенно уменьшить трудоемкость установки детали в сборочно-сварочное приспособление. Кроме того, на сварочном участке имеются воздушные магистрали, необходимые для пневматического оборудования.

Единственный и определяющий недостаток данного решения связан с необходимостью кантовки сборочно-сварочного приспособления на 180° между выполнением проходов сварных швов, расположенных на противоположных поверхностях изделия. В связи с тем, что шланги, необходимые для подачи воздуха в пневматические прижимы, при кантовке сборочно-сварочного приспособления будут наматываться на узлы приспособления и пережиматься, необходимо будет проектировать принципиально новую оснастку.

Данное решение влечет за собой большие затраты времени и средств на его реализацию, поэтому применение пневматических прижимов в сборочно-сварочном приспособлении нецелесообразно.

Также, слабым местом существующей оснастки является отсутствие каких-либо опор в области торцов свариваемых деталей. Ввиду особенностей сварки алюминиевых сплавов и связанных с ними проблем (поводы, коробление), свариваемые детали в процессе сварки при недостаточном усилии на механических прижимах могут смещаться в приспособлении, что в последствие может привести к смещению оси шва относительно оси движения сварочной горелки, а, следовательно, к дефектам.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						15
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходя из этого, было принято решение о доработке сборочно-сварочного приспособления путем внедрения в конструкцию оснастки торцевых упоров.

В раме сборочно-сварочного приспособления выполняются четыре отверстия. Далее устанавливаются и привариваются резьбовые втулки-направляющие упоров. Затем непосредственно устанавливаются упоры. Схема расположения упоров показана на чертеже.

Данное решение приведет к жесткому закреплению свариваемых деталей в оснастке и полностью ограничит их свободное перемещение.

1.4 Применяемые сварочные материалы

При производстве рассматриваемого изделия используется проволока ОК Autrod 5183 марки ESAB диаметром Ø 1,2мм.

Описание: алюминиевая проволока для сварки не упрочняемых Al—Mg сплавов, содержащих до 5% Mg; Al—Mn сплавов. Рекомендуется для сварки конструкций, работающих при знакопеременных нагрузках. Защитный газ: Ar/He.

Химический состав проволоки указан в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Содержание химических элементов в проволоке ОК Autrod 5183

Si	Mn	Cr	Cu	Ti	Zn	Fe	Mg
<0,25	0,8	0,15	<0,10	<0,15	<0,25	<0,40	4,8

Механические свойства проволоки:

- Предел текучести: 140 МПа;
- Предел прочности: 290 МПа;
- Относительное удлинение: 25%;
- Ударная вязкость при температуре (+20°C): 30 Дж/см².

Данная проволока подходит по назначению, близка по механическим свойствам и химическому составу к основному металлу.

В качестве защитной среды используется газовая смесь VARIGON He30N. Смесь газов поставляется в баллонах вместимостью 40 литров и объемом 6,1 м³.

Состав смеси: 30% He, 70% Ar, 0,015% N₂.

Газовая смесь соответствует ТУ 2114-004-00204760-99.

1.5 Режимы сварки

Ручная механизированная сварка, представленная в базовой технологии, выполняется на режимах, указанных в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Режимы механизированной ручной сварки плавящимся электродом в смеси газов

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость п/п, м/мин	Расход газа, л/мин	Число проходов
Встык, с V-образной разделкой кромок на подкладке	10	1,2	169	22,6	-	10,8	18-20	4
			190	23,4	-	12,2		
			191	23,4	-	12,2		
			191	23,4	-	12,2		
	15	1,2	150	20,9	-	9,2	18-20	9
			220	23,2	-	13,9		
			230	23,9	-	14,9		
			230	23,9	-	14,9		
			230	23,9	-	14,9		
			230	23,9	-	14,9		
			200	24,0	-	12,6		
			200	24,0	-	12,6		
			200	24,0	-	12,6		

Геометрия сварных швов

Исходя из толщины свариваемого металла и обеспечения хорошего формирования шва, был выбран тип сварных соединений С19 по ГОСТ 14806-80 (2b по ГОСТ EN 15085-2015).

Расположение сварных швов указано на рисунке 1.4.

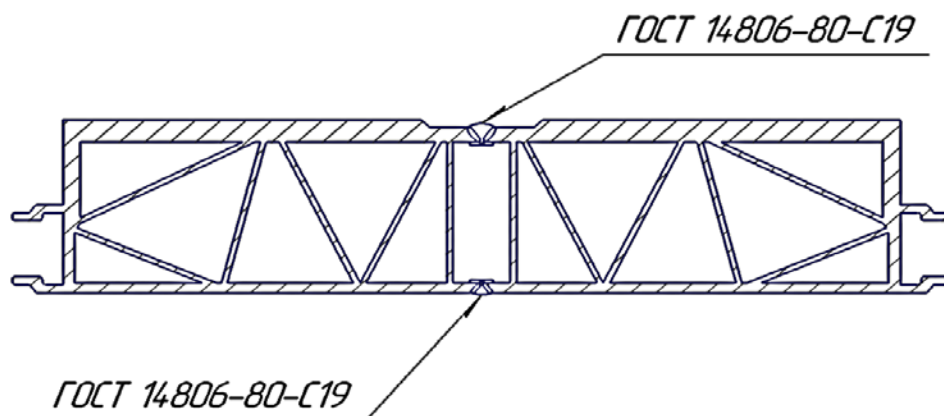
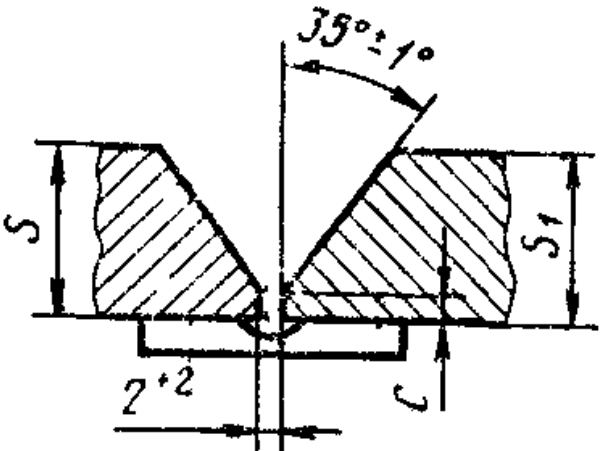
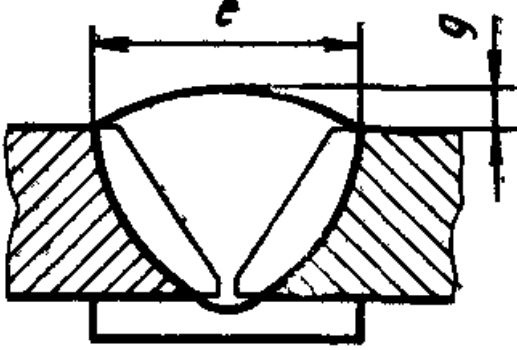


Рисунок 1.4 - Расположение сварных швов

Параметры сварных соединений изделия согласно данным стандартам указаны в таблицах 1.6 и 1.7.

Таблица 1.6 - Размеры конструктивных элементов, мм

Конструктивные элементы	
подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва
	

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата
------	-----	----------	---------	------

ДП 44.03.04.607 ПЗ

Лис

18

Таблица 1.7 - Размеры сварных соединений, мм

Условное обозначение сварного соединения	S – S ₁	с (пред.откл.) ±1	е		g	
			Номин.	Пред.откл.	Номин.	Пред. Откл.
С19	10	4	20	±2	4	+1
	15		25	±3		-2

Сварка выполняется на остающейся алюминиевой подкладке.

1.6 Технологический процесс изготовления изделия по базовой технологии

В общем виде существующая технология состоит из следующих этапов:

1. Входной контроль качества заготовок, их геометрических размеров, а также документации на профили;
2. Выполнение разделки сварочных швов;
3. Подготовка поверхности заготовок, включающая в себя мойку и травление заготовок;
4. Подготовка поверхности заготовки непосредственно перед сборкой под сварку, включающая в себя обезжиривание и зачистку поверхностей;
5. Сборка под сварку на сборочно-сварочном столе;
6. Сварка в сборочно-сварочном приспособлении;
7. Зачистка поверхностей после сварки;
8. Контроль геометрических размеров;
9. Рентгено-графический контроль;
10. Зачистка припусков на механическую обработку.

Трудоемкость изготовления рассматриваемого изделия по базовой технологии на предприятии составляет 10,62 н/ч.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						19
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Применяемое оборудование и оснастка

Мойка и травление заготовок производится на установке мойки и травления деталей из алюминия BOUS Reinigsanlagen.

Операции подготовки поверхности, зачистки и сборки под сварку производятся на участке сборки. Все операции выполняются на сборочно-сварочном столе Siegmund EXTREME 4000x2000x200 [4].

Операции сварки производятся на сварочном участке, на специальном стенде, в состав которого входят кантователь двухстоечный ProArc HTS - 1000 и сборочно-сварочное приспособление с оснасткой.

Характеристики кантователя представлены в таблице 1.8. Геометрические размеры и комплектация сборочно-сварочного приспособления изображены и описаны на чертеже.

Таблица 1.8 - Характеристики двухстоечного кантователя ProArc HTS – 1000

Мощность электродвигателя привода, кВт	0,335
Высота от уровня пола до оси вращения шпинделя, мм	700
Грузоподъемность одной стойки, кг	500
Наибольший крутящий момент на оси вращения, Нм	15000
Диаметр планшайбы, мм	600
Частота вращения планшайбы об/мин	0,15-1,5

Для перемещения и кантовки заготовок и изделия используется кран электрический мостовой однобалочный 5-28-25-12-220-У3 по ГОСТ 7890-93 в совокупности с кантователем Rotomax RV1000/1.5.

Технические характеристики крана и кантователя представлены в таблицах 1.9 и 1.10.

Таблица 1.9 - Характеристики мостового однобалочного крана

Грузоподъемность	5 т.
Общая длина	28 м.
Пролет	25 м.
Высота подъема	12 м.
Напряжение трехфазного тока	220±10 В.
Исполнение	У3

Таблица 1.10 - Характеристики кантователя Rotomax RV1000/1.5

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						20
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Грузоподъемность, кг.	1000
Скорость поворота, м/мин.	3,1
Вес без лент, кг	370

В качестве сварочного аппарата будет использоваться полуавтомат FroniusTransPulsSynergic 4000.

Согласно каталогу продукции Fronius [5], данный полуавтомат обладает следующими возможностями:

1. Способы сварки: сварка MIG/MAG, импульсная дуговая сварка MIG/MAG, пайка MIG, сварка постоянным током DC WIG/TIG, ручная электродуговая сварка ММА;

2. Рекомендуемые основные материалы: конструкционная сталь, конструкционная сталь с покрытием, ферритная/аустенитная хромоникелевая сталь, дуплексная сталь, сплавы на никелевой основе, алюминиевые сплавы,

специальные материалы;

3. Рекомендуемые области применения: автомобильная промышленность и производство комплектующих; автомобили специального

назначения/строительные машины; техническое обслуживание и ремонт; изготовление оборудования, резервуаров и стальных конструкций, машиностроение; сооружение промышленных установок и трубопроводов; вагоностроение; судостроение / работы в открытом море;

4. Серийное оснащение: 4-роликовый привод; автоматическое отключение блока охлаждения; заправка сварочной проволоки без подачи газа и при отключенном токе; контроль утечки тока относительно земли; автоматическое оплавление проволоки в конце сварки; функция проверки наличия газа; режим Job Сварка в ручном режиме; режим Synergic; Знаки безопасности S и CE; терморегулируемый вентилятор; регулировка UpDown со сварочной горелки; защита от перегрева; 2- и 4-тактный режим

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						21
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

сварки; режим точечной сварки; режим для сварки алюминия; цифровой дисплей; адаптер для металлических каркасов катушек;

5. Комплект поставки: Сварочный источник+кабель «земля» + подающее устройство VR4000R 4R + горелка AW 4000 (3,5м) + охлаждение FK4000 + тележка PickUp + соединительный кабель (1,2м) + паспорт.

В Таблице 1.11 приведены технические характеристики данного полуавтомата.

Таблица 1.11- Технические характеристики FroniusTransPulsSynergic 4000

Параметр	Значение
Вес	35,2 кг
Габаритные размеры / высота	475 мм
Габаритные размеры / ширина	290 мм
Габаритные размеры / длина	625 мм
Напряжение холостого хода	70 В
Макс. сварочный ток	400 А
Сварочный ток минимальный	3А
Диапазон рабочего напряжения	14,2-34 В
Класс защиты	IP23
Сетевой предохранитель	35А
Частота сети	50-60 Гц
Сетевое напряжение	3 х 400В
Сварочный ток / продолжительность включения [10мин/40С]	320А / 100%
Сварочный ток / ПВ [10min/40С]	365А / 60%
Сварочный ток / ПВ [10min/40С]	400А / 50%

Все операции, связанные со сваркой, выполняются сварщиком, имеющим разряд не ниже четвертого, вручную.

Использование ручного труда сварщика и отсутствие средств автоматизации непосредственно сварочных операций является слабым местом данной технологии.

1.7 Разработка проектируемого варианта технологии

Разработка установки для сборки и сварки изделия

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						22
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

В проектируемом варианте технологии изготовления изделия будет использоваться большая часть оборудования базовой технологии. Исключением будет только сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45.

Полный список оборудования и его назначение приведены в таблице 1.12.

Таблица 1.12 - Список оборудования, применяемого в проектируемом варианте технологии изготовления изделия

Наименование оборудования	Назначение
Установка BOUS Reinigsanlagen	Мойка и травление заготовок
Кран мостовой однобалочный 5-28-25-12-220-У3 ГОСТ 7890-93	Перемещение заготовок и деталей между участками
Кантователь подвесной Rotomax RV1000/1.5	Перемещение заготовок и деталей между участками и рабочими местами, кантовка заготовок между сборочно-сварочными операциями
Сварочный полуавтомат FroniusTransPulsSynergic 4000	Выполнение сварочных и сборочно-сварочных работ
Двухстоечный кантователь ProArc HTS - 1000	Кантовка сборочно-сварочного приспособления
Сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45	Выполнение автоматической сварки продольных швов

Кроме того, на оснастку сборочно-сварочного приспособления необходимо будет установить направляющие для трактора и торцевые упоры.

Один комплект направляющих было принято установить стационарно, так как данный комплект не будет мешать извлечению свариваемого изделия из сборочно-сварочного приспособления. Данное решение позволит снизить затраты времени на установку трактора.

Для установки комплектов направляющих, состоящих из сегментов длиной 600 мм., к раме сборочно-сварочного приспособления необходимо будет приварить 4 площадки.

Опоры направляющих для трактора оснащены вакуумными присосками, выдерживающими температуру до 250°C, что существенно

превышает максимальную температуру заготовок во время сварочных операций. Работа присосок обеспечивается вакуумной помпой, идущей в комплекте с трактором.

Проверка соответствия технических характеристик оборудования и оснастки требуемым параметрам:

Мостовой кран

Кран мостовой однобалочный 5-28-25-12-220-УЗ ГОСТ 7890-93 должен выдерживать вес подвесного кантователя Rotomax RV1000/1.5 вместе с заготовками или целым изделием. Вес кантователя в совокупности с весом изделия является максимальной нагрузкой на мостовой однобалочный кран.

Изделие и подвесной кантователь имеют следующие значения веса:

- Вес изделия 300 кг;
- Вес кантователя 370 кг.

Максимальный вес перемещаемых мостовым краном объектов составляет 670 кг.

Максимальная грузоподъемность мостового однобалочного крана 5 тонн, что существенно превышает максимальный вес перемещаемых объектов. Соответственно имеющийся мостовой однобалочный кран 5-28-25-12-220-УЗ ГОСТ 7890-93 отвечает требованиям по грузоподъемности.

Подвесной кантователь

Характеристики подвесного кантователя Rotomax RV1000/1.5 должны удовлетворять следующим условиям:

- Масса перемещаемого объекта не должна превышать грузоподъемность самого кантователя;
- Расстояние между стропами не должно быть меньше расстояния

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						24
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$L = (l - l/2), (1.1)$$

где l – длина перемещаемого объекта.

Расстояние l соответствует длине главной поперечной балки, то есть размеру 3070 ± 2 мм. Отсюда:

$$L = (l - l/2) = 3070 - 3070/2 = 1535 \text{ мм}$$

Максимально возможное расстояние между стропами кантователя составляет 1650 мм.

Максимальная масса перемещаемого кантователем объекта соответствует массе изделия, которая, в свою очередь, составляет 300 кг.

Максимальная грузоподъемность подвешного кантователя составляет 1000 кг., что существенно превышает массу изделия.

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что подвесной кантователь Rotomax RV1000/1.5 соответствуем всем техническим требованиям.

Вращатель двухстоечный

Применимость используемого кантователя зависит от выполнения следующих условий:

- Суммарная масса изделия, оснастки, трактора и его направляющих не должна превышать значения грузоподъемности вращателя;
- Значение наибольшего крутящего момента на оси вращения не должно превышать максимально допустимого значения соответствующего параметра для выбранной модели вращателя;
- При вращении оснастка не должна задевать пол и другие объекты.

Максимальная грузоподъемность двухстоечного вращателя составляет 1000 кг. Масса детали 300 кг. Масса оснастки, включающей в себя раму,

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						25
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

прижимы и упоры составляет 495 кг. Масса двух комплектов направляющих – 90 кг. Масса трактора и сопутствующего оборудования составляет примерно 25 кг. Соответственно:

$$M_{\max} = 1000 \text{ кг.}$$

$$M_{\text{нагр}} = 300 + 495 + 90 + 25 = 910 \text{ кг.} \quad (1.2)$$

$$M_{\text{нагр}} \leq M_{\max},$$

где M_{\max} – максимальная грузоподъемность вращателя;

$M_{\text{нагр}}$ – суммарная масса нагружающих элементов.

Значение наибольшего крутящего момента на оси вращателя составляет 15000 Нм.

Значение наибольшего крутящего момента при вращении составляет:

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{ПР1}} + M_{\text{НАПР}} + M_{\text{О1}} - M_{\text{О2}} - M_{\text{ПР2}}, \quad (1.3)$$

где $M_{\text{ПР1}}$ – момент, создаваемый прижимами исполнения 1,

$M_{\text{НАПР}}$ – момент, создаваемый направляющими,

$M_{\text{О1}}, M_{\text{О2}}$ – момент, создаваемый опорами рамы,

$M_{\text{ПР2}}$ – момент, создаваемый прижимами исполнения 2.

$$M_{\text{кр}} = 0,48 \cdot 210 + 0,3 \cdot 140 + 0,24 \cdot 400 + 0,42 \cdot 40 - 0,21 \cdot 120 - 0,45 \cdot 140 = 167,4 \text{ Нм.}$$

Отсюда можно сделать вывод о том, что имеющийся вращатель подходит.

Максимальным габаритным размером рамы при вращении является ее ширина с учетом выступающих торцевых упоров, которая составляет 1250 мм. Расстояние от крайней точки оснастки до оси вращателя 625 мм.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						26
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Расстояние от оси вращателя до пола 1280 мм. Следовательно, расстояние от крайней точки оснастки при вращении до пола составляет 220 мм., что удовлетворяет требуемому условию

Прижимы и упоры

Давление, с которым прижимы давят на детали, не должно приводить к их деформации.

Если напряжение $\sigma = (2,8 \cdot f \cdot E \cdot \delta) / r^2 = 450,8$ МПа превышает σ_T (140 МПа), критическое давление можно найти по формуле (1.4):

$$P = \sigma_T \cdot \delta^2 / 0.15 = 0.21 \text{ МПа}, \quad (1.4)$$

где P – давление,

σ_T – предел текучести сплава,

δ – толщина.

Торцевые упоры используются только для позиционирования свариваемого узла в приспособлении и особого давления на детали не создают.

Во избежание выкручивания упоров и прижимов, угол подъема резьбы винтов должен составлять $2^\circ - 4^\circ$.

1.8 Выбор режимов сварки проектируемой технологии

Точных методик расчета параметров режима сварки в научной литературе не представлено, поэтому расчет предварительных режимов сварки в ходе выполнения курсовой работы по дисциплине «Производство сварных конструкций» производился исходя из производственного опыта и справочных данных.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						27
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

В справочной литературе [6]приводятся режимы автоматической сварки плавящимся электродом, указанные в таблице 1.13.

Таблица 1.13 – Справочные режимы автоматической сварки алюминиевых сплавов плавящимся электродом

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	Число проходов
Встык, с V-образной разделкой кромок на подкладке	10-12	2	260-280	21-25	15-20	8-12	3-4
	12-16	2	280-300	21-28	20-25	10-12	2-4

Исходя из опыта производственной практики и того, что сварка будет выполняться в автоматическом режиме при помощи трактора с поперечными колебаниями, были выбраны параметры режима, указанные в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Расчетные параметры режима сварки

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	Число проходов
Встык, с V-образной разделкой кромок на подкладке	10	1,2	170	23	15	18-20	3
			300	28	30		
			220	20	24		
	15	1,2	170	23	15	18-20	4
			280	22	27		
			270	22	17		
			250	22	10		

Кроме того, были определены дополнительные параметры режима сварки:

- Температура предварительного подогрева: $T_{п}=90\pm 10^{\circ}\text{C}$;
- Вылет электрода 12 мм.
- Первый и второй проход шва 1 – сварка без поперечных колебаний

Третий проход шва 1 – сварка с поперечными колебаниями, частота колебаний 25 мм/с, амплитуда колебаний 5 мм.

- Первый проход шва 2 – сварка без поперечных колебаний

Второй проход шва 2 – сварка с поперечными колебаниями, частота колебаний 25 мм/с, амплитуда колебаний 3 мм.

Третий проход шва 2 – сварка с поперечными колебаниями, частота колебаний 25 мм/с, амплитуда колебаний 10 мм.

Четвертый проход шва 2 – сварка с поперечными колебаниями, частота колебаний 25 мм/с, амплитуда колебаний 10 мм.

- Сварка ведется на обратной полярности.

1.9 Оработка проектируемого варианта технологии

В период прохождения производственной практики предприятием ООО «Уральские локомотивы» был приобретен трактор Fronius FLEXTRACK 45, а также вся оснастка к нему.

Благодаря этому, возникла возможность провести отработку проектируемой технологии автоматической сварки поперечной балки.

Отработка технологии заняла практически две полных рабочих смены. В ходе отработки, до получения необходимого качества сварных соединений, было сварено порядка 8 стыковых соединений, имитирующих сварной шов 1 (толщина 10 мм.), и около 12 соединений, имитирующий шов 2 (толщина 15 мм.).

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						29
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Кроме того, для закрепления и проверки результатов было сварено два тестовых изделия.

В результате отработки технологии были получены оптимальные режимы автоматической сварки, указанные в таблице 1.15.

Результатом применения проектируемой технологии стало значительное повышение качества сварных соединений и достаточно серьезное уменьшение необходимого времени на сварку изделия.

Таблица 1.15 - Режимы автоматической сварки швов поперечной балки с использованием сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45

Соединение	Толщина металла, мм	Диаметр проволоки, мм	Сварочный ток, А	Скорость сварки, м/ч	Расход газа, л/мин	Полярность	Число проходов
Встык, с V- образной разделкой кромки на подкладке	10	1,2	169	18	18-20	Обратная	3
			307-330	32			
			215-230	22			
	15	1,2	169	18	18-20		4
			285	28			
			270-280	19			
			260	15			

Дополнительные параметры:

- Температура предварительного подогрева: $T_{\text{п}}=90\pm 10^{\circ}\text{C}$;
- Вылет электрода 12 мм;
- Первый и второй проход шва 1 – сварка без колебаний;
- Третий проход шва 1 – сварка с поперечными колебаниями, $v=25$ мм/с, $A=5$ мм;
- Первый проход шва 2 – сварка без поперечных колебаний;
- Второй проход шва 2: $v=25$ мм/с, $A=3$ мм;
- Третий проход шва 2: $v=25$ мм/с, $A=10$ мм;
- Четвертый проход шва 2: $v=25$ мм/с, $A=10$ мм; .

— Температура детали перед выполнением очередного прохода – не более 120°C.

Материалы:

В проектируемой технологии было принято решение не менять сварочную проволоку и газовую смесь, так как данные сварочные материалы удовлетворяют всем требованиям и позволяют получить сварные соединения необходимого качества.

Химический состав, механические и другие свойства данных сварочных материалов описаны в разделе 3.6.

Кроме того, из материалов будет использоваться пропан-бутановая смесь по ГОСТ Р 52087-2003 для подогрева деталей перед сварочными операциями, а также рихтовки.

1.10 Рентгено-графический контроль

Одним из окончательных методов контроля, применяемых в проектируемой и базовой технологии, является рентгено-графический метод контроля. Данный метод позволяет достаточно точно выявить дефекты, возникшие в результате процесса сварки.

Сущность метода согласно справочной литературе [7], [8]:

Радиографические методы радиационного неразрушающего контроля основаны на преобразовании радиационного изображения контролируемого объекта в радиографический снимок или запись этого изображения на запоминающем устройстве с последующим преобразованием в световое изображение. На практике этот метод наиболее широко распространен в связи с его простотой и документным подтверждением полученных результатов.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						31
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

В зависимости от используемого излучения различают несколько разновидностей промышленной радиографии: рентгенографию, гаммаграфию, ускорительную и нейтронную радиографию.

Для осуществления радиографии необходимы следующие средства: источник излучения, преобразователь излучения, дополнительные принадлежности контроля (маркировочные знаки и т.п.), средства механизации и автоматизации контроля, средства, защищающие людей от воздействия ионизирующих излучений.

Средства контроля и оборудование, применяемые на предприятии указаны в таблице 1.16.

Таблица 1.16- Оборудование и средства радиографического контроля

Средство контроля	Наименование и параметры
1	2
Источник излучения	Isovolt 160/225 Titan E
Индикатор	AI EN 10
Пленка	Structurix D4 AGFA Pb 0.02 Rollpac
Проявочная машина/реактивы	StructurixSeco 5320-300/ Проявитель G135 Закрепитель G335
Денситометр	ДД 5005-220/ ДНС 2
Негатоскоп	Kowolux X3
Вспомогательные приспособления	Лупа просмотровая Линейка металлическая Наборы маркировочных знаков Рулетка Маркировочный пояс Прижимная планка

Параметры радиографического контроля указаны в таблице 1.17.

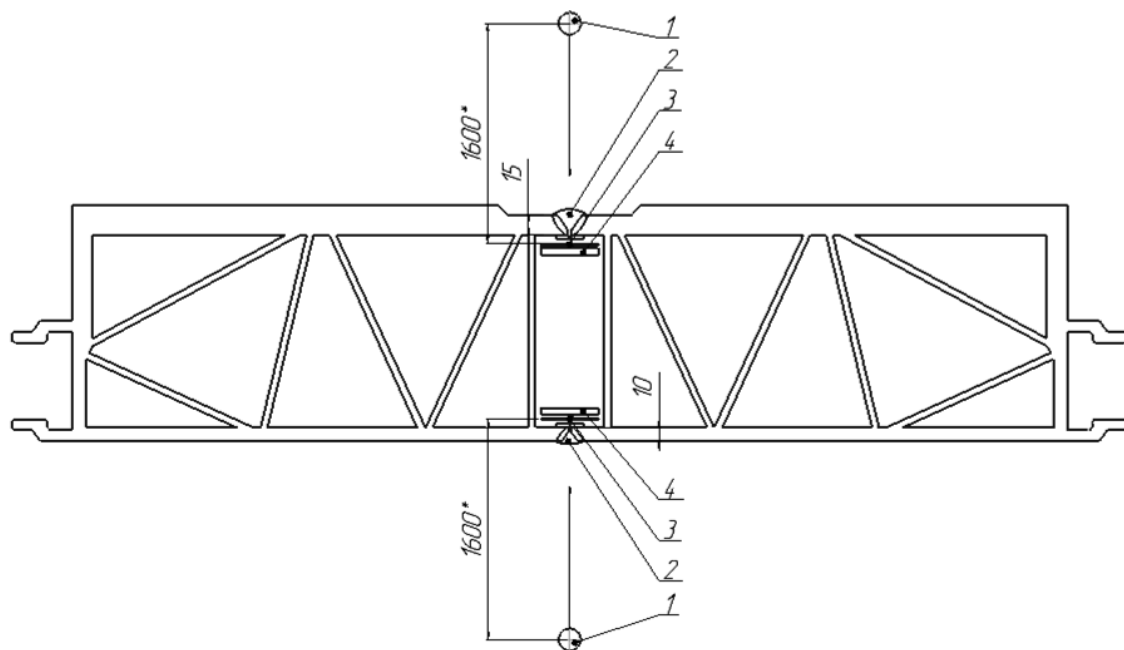
Таблица 1.17-Параметры рентгено-графического контроля

Шов №	Параметр контроля	Значение
1	2	3
1	Радиационная толщина Н, мм	18
2		25
1	Фокусное пятно, мм	Ø3
2		
1	Фокусное расстояние F, мм	1600
2		

Окончание таблицы 1.17

1	2	3
1	Напряжение на аноде, U, kv	70
2		
1	Ток анода I, мА	20
2		
1	Время T, сек	100
2		160
1	Объем контроля, %	10
2		
1	Класс качества изображения	В
2		
1	Формат пленки, мм	1100x70
2		

Схема рентгено-графического контроля сварных соединений С19 ГОСТ 14806-80 представлена на рисунке 5.



1-источник излучения, 2-контролируемый объект, 3-пленка,
4-усиливающий свинцовый экран.

Рисунок 5 – Схема радиографического контроля

Требования к сварным соединениям:

- Соединение должно быть очищено от брызг металла, окалины, грязи и пыли по всей контролируемой длине;
- Сварной шов не должен иметь недопустимых наружных

дефектов, изображения которых на снимке могут помешать выявлению и расшифровке изображений внутренних дефектов сварного шва;

— Радиографический контроль сварных соединений необходимо проводить после приемки геометрических размеров.

Порядок проведения радиографического контроля:

- 1) Сварное соединение необходимо очистить салфеткой;
- 2) На контролируемых участках установить маркировочный пояс (направление слева направо под швом) и маркировочные знаки так, чтобы их изображения на снимках не накладывались на изображение сварного шва;
- 3) Маркировка должна содержать: сокращенное наименование детали, номер детали, номер шва, номер пленки (по порядку). Пример: ПБ 198 2 254.1;
- 4) Произвести маркировку участков сварного шва: порядковый номер пленки, и направление мерного пояса;
- 5) Установить со стороны источника проволоочный индикатор качества изображения с направлением проволок поперек шва;
- 6) С помощью прижимной планки установить пленку с перекрытием изображения смежного участка не менее 20 мм;
- 7) В случае повторного просвечивания после исправления дефектов к маркировке добавить буквенный индекс (А – первый ремонт; В – второй ремонт; С – третий ремонт);
- 8) Отрегулировать положение рентгеновской трубки, на пульте рентгеновского аппарата установить необходимые параметры, выполнить экспонирование пленки;
- 9) Провести проявку экспонированной пленки.

Расшифровка радиографических снимков:

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						34
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Просмотр и расшифровку снимков необходимо выполнять после их полного высыхания в затемненном помещении с применением негатоскопа.

Снимки допускаются к расшифровке, если они удовлетворяют следующим требованиям:

- На снимках не должно быть пятен, полос, загрязнений и повреждений эмульсионного слоя, затрудняющих их расшифровку;
- На снимках должны быть видны изображения: маркировочных знаков, маркировочного пояса, индикатора качества изображения;
- Оптическая плотность изображений контролируемого участка шва должна быть в диапазоне 2,3 – 3,5 единиц оптической плотности;
- Уменьшение оптической плотности изображения сварного шва на любом участке этого изображения по отношению к оптической плотности изображения индикатора (или участка, на котором установлен индикатор) не должно превышать 1,0 единиц оптической плотности.

Для определения размеров трещин, непроваров, пор и включений при расшифровке снимков следует использовать вспомогательные приспособления.

Оценка качества сварных соединений:

Оценка качества сварных швов производится согласно ГОСТ Р ИСО 10042-2009.

Согласно данному стандарту не допускаются:

- Трещины;
- Непровары;
- Несплавления;
- Линейная пористость;
- Газовые поры: шов № 1 - $\varnothing > 0,3$ мм; шов № 2 - $\varnothing > 0,45$ мм;
- Равномерно распределенная пористость более: 4% для шва № 1 и 6% для шва № 2;
- Локализованная пористость $\varnothing > 20$ мм;

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						35
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

— Включения: L>5 мм.

1.11 Технологический процесс по проектируемой технологии

005 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

1. Проверить наличие сопроводительных документов
2. Контролировать геометрические размеры деталей согласно чертежу

СБ 44.03.04.607

3. Проверить отсутствие механических повреждений

Рулетка измерительная ГОСТ 7502-98

Штангенциркуль ГОСТ 166-89

010 ТРАНСПОРТНАЯ

1. Переместить детали на рабочее место по сборке

При перемещении соблюдать требования схемы строповки
(ЧертежСБ 44.03.04.607)

Кран электрический мостовой однобалочный ГОСТ 7890-93

КантовательRotomax RV1000/1.5

Строп текстильный

015 СЛЕСАРНАЯ

1. Обезжирить кромки и ОШЗ на расстояние 20 мм.от оси шва по всей длине сварного соединения

2Зачистить кромки и ОШЗ на расстояние 20 мм.от оси шва по всей длине сварного соединения до металлического блеска.

3. Продуть сжатым воздухом детали от стружки
4. Визуально контролировать качество подготовки кромок

Шлифмашинка пневматическая AtlasCorpo G2412-1

Пистолет продувочный KS

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						36
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Салфетки протирочные, изопропиловый спирт технический

020 СБОРКА ПОД СВАРКУ

1. Установить деталь 1 на сборочно-сварочный кондуктор

Выполнить установку алюминиевой подкладки согласно схеме сборки

Закрепить на 5 струбцин зажимов согласно чертежу СБ 44.03.04.607

2. Прихватить подкладку к детали на 10-12 прихваток длиной 50 мм.

$$I_{св}=150 \text{ А; } U_{д}=19 \text{ В; } V_{под}=9 \text{ мм/мин,} \quad (1.5)$$

газовая смесь 70% Ar+30% He+0,015% N₂

Визуально контролировать качество прихваток

3. Кантовать деталь на 180°.

Соблюдать требования схемы строповки (Чертеж СБ 44.03.04.607)

4. Повторить операции 1-3 для второй алюминиевой подкладки

5. Собрать детали 1 и 2 согласно схеме сборки (Чертеж СБ 44.03.04.607)

Установить кондуктор 10 струбцин-зажимов согласно схеме 2 (Чертеж СБ 44.03.04.607)

Закрепить деталь струбцинами согласно схеме 1 (Чертеж СБ 44.03.04.607).

Выдерживать зазор 2+1 согласно схеме сборки (Чертеж СБ 44.03.04.607)

6. Контролировать зазоры, геометрические размеры и допуск неплоскостности согласно чертежу СБ 44.03.04.607

7. Прихватить балки между собой на три прихватки: первая прихватка длиной 250 мм. посередине сварного шва, вторая и третья прихватки длиной 50 мм на расстоянии 300 мм. от первой прихватки

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						37
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$I_{св}=150 \text{ А}; U_{д}=21 \text{ В}; V_{под}=9 \text{ мм/мин},$

(1.6)

газовая смесь 70%Ar+30%He+0,015%N₂

8. Кантовать сборочный узел на 180°

9. Повторить операцию 7

Визуально контролировать качество прихваток

Полуавтомат сварочный FroniusTransPulsSynergic 4000

Кран электрический мостовой однобалочный ГОСТ 7890-93

КантовательRotomax RV1000/1.5

Струбцина стандартная Siegmund

Рулетка измерительная ГОСТ 7502-98

Строп текстильный

Уровень измерительный

Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Клин для контроля зазоров

025 КОНТРОЛЬ

Контролировать геометрические размеры согласно чертежу СБ
44.03.04.607

Уровень измерительный

Рулетка измерительная ГОСТ 7502-98

Штангенциркуль ГОСТ 166-89

030 СВАРКА

1. Выполнить установку балки в сборочно-сварочное приспособление так, чтобы сварной шов №2 ГОСТ 14806-80-С19 оказался сверху

2. Произвести подогрев кромок сварного шва №2 ГОСТ 14806-80-С19 до температуры $90^{\circ}\pm 10^{\circ}\text{C}$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						38
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

3. Выполнить установку съемных направляющих для трактора и самого трактора
4. Выполнить первый проход сварного шва №2 ГОСТ 14806-80-C19 на режимах, указанных в таблице 1.5 (Чертеж СБ 44.03.04.607)
5. Снять трактор и съемные направляющие
6. Кантовать узел в приспособлении на 180°
7. Произвести подогрев кромок сварного шва №1 ГОСТ 14806-80-C19 до температуры 90°±10°С
8. Выполнить установку трактора на стационарные направляющие
9. Выполнить первый проход сварного шва №1 ГОСТ 14806-80-C19 на режимах, указанных в таблице 1.5 (Чертеж СБ 44.03.04.607)

Вращатель ProArc HTS - 1000

Сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45

Полуавтомат сварочный Fronius TransPuls Synergic 4000

Термометр цифровой

035 СЛЕСАРНАЯ

1. Зачистить корневой проход сварного шва №1 ГОСТ 14806-80-C19 на расстояние 20 мм. от нагара

2. Продуть сжатым воздухом область сварного шва

3. Кантовать узел в приспособлении на 180°

Повторить операции 1 и 2 для сварного шва №2 ГОСТ 14806-80-C19

Шлифмашинка пневматическая Atlas Copco G2412-1

Пистолет продувочный KS

040 СВАРКА

1. Контролировать температуру заготовки цифровым термометром

При необходимости подогреть кромки сварного шва №2 ГОСТ 14806-80-C19 до температуры 90°±10°С

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						39
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

2. Выполнить установку съемных направляющих для трактора и самого трактора

3. Выполнить второй и последующие проходы сварного шва №2 ГОСТ 14806-80-С19 на режимах, указанных в таблице 1.5 (ЧертежСБ 44.03.04.607)

4. Снять трактор и съемные направляющие

5. Кантовать узел в приспособлении на 180°

6. Повторить операцию 1 для сварного шва №1 ГОСТ 14806-80-С19

7. Выполнить установку трактора на стационарные направляющие

8. Выполнить второй и последующие проходы сварного шва №1 ГОСТ 14806-80-С19 на режимах, указанных в таблице 1.5 (ЧертежСБ 44.03.04.607)

ВращательProArc HTS - 1000

Полуавтомат сварочный FroniusTransPulsSynergic 4000

Сварочный трактор Fronius FLEXTRACK 45

Цифровой термометр

Газовая горелка

045 СЛЕСАРНАЯ

1. Снять трактор и съемные направляющие

2. Зачистить сварной шов №1 ГОСТ 14806-80-С19 от нагара по всей длине шва

3. Удалить припуски на механическую обработку заподлицо с основным металлом

Врезы в основной металл недопустимы

4. Продуть сжатым воздухом узел от стружки

5. Контролировать геометрические размеры сварного шва №1 ГОСТ 14806-80-С19 и изделия согласно чертежу СБ 44.03.04.607

6. Кантовать узел в приспособлении на 180°

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						40
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

7. Повторить операции 2-5 для сварного шва №2 ГОСТ 14806-80-C19

Шлифмашинка пневматическая AtlasCorpo G2412-1

Пистолет продувочный KS

ВращательProArc HTS – 1000

Уровень измерительный

Рулетка измерительная ГОСТ 7502-98

Штангенциркуль ГОСТ 166-89

050 ТРАНСПОРТНАЯ

Переместить балку на участок рентгено-графического контроля

Соблюдать требования схемы строповки (ЧертежСБ 44.03.04.607,)

Кран электрический мостовой однобалочный ГОСТ 7890-93

КантовательRotomax RV1000/1.5

Строп текстильный

055 КОНТРОЛЬ

Провести рентгено-графическую дефектоскопию согласно пункту 1.10 пояснительной записки.

Общая трудоемкость изготовления изделия по проектируемой технологии составляет 7,5 н/ч.

Вывод:

В результате выполнения работы была проанализирована базовая технология изготовления поперечной балки и разработана новая технология, позволяющая добиться повышения качества сварных соединений и снижения общей трудоемкости изготовления детали.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						41
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						42
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

2 Экономический раздел

В ВКР спроектирован технологический процесс сборки и сварки главной поперечной балки рамы вагона с применением автоматической сварки плавящимся электродом в смеси газов с применением сварочного трактора, что значительно повышает производительность и качество получаемых сварных швов.

По базовому варианту работа выполнялась ручной полуавтоматической сваркой.

Проектируемая технология предполагает замену ручной полуавтоматической сварки главной поперечной балки вагона на автоматическую сварку с применением сварочного трактора.

2.1 Определение капиталобразующих инвестиций

Определение технологических норм времени на сварку главной поперечной балки рамы вагона.

Общее время на выполнение сварочной операции $T_{шт-к}$, ч., состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_{в} + t_{обс} + t_n, \quad (2.1)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, ч.;

$t_{осн}$ – основное время, ч.;

$t_{нз}$ – подготовительно-заключительное время, ч.;

$t_{в}$ – вспомогательное время, ч.;

$t_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, ч.;

t_n – время перерывов на отдых и личные надобности, ч.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						43
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Основное время ($t_{осн}$, ч) – это время на непосредственное выполнение сварочной операции. Оно определяется по формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{шв}}{V_{св}} \quad (2.2)$$

где $L_{шв}$ – сумма длин всех швов, (базовый) м $\Sigma L_{шв} = 39.910 = 40$ м;

$L_{шв}$ – сумма длин всех швов, (проект.) м $\Sigma L_{шв} = 21,490 = 21,5$ м;

$V_{св}$ – скорость сварки (проектируемый вариант), м/ч, $V_{св} = 50$ м/ч;

$V_{св}$ – скорость сварки (базовый вариант), м/ч, $V_{св} = 35$ м/ч

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

Определяем основное время по формуле для обоих вариантов

$$t_{осн} = \frac{40}{35} = 1,14 \text{ (базовый вариант)}$$

$$t_{осн} = \frac{21,5}{50} = 0,43 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Подготовительно-заключительное время ($t_{пз}$) включает в себя такие операции как получение производственного задания, инструктаж, получение и сдача инструмента, осмотр и подготовка оборудования к работе и т.д. При его определении общий норматив времени $t_{пз}$ делится на количество деталей, выпущенных в смену. Примем:

$$t_{пз} = 10\% \text{ от } t_{осн}$$

$$t_{пз} = 0,11 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{пз} = 0,043 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Вспомогательное время ($t_{в}$) включает в себя время на заправку кассеты с электродной проволокой $t_{з}$, осмотр и очистку свариваемых

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						44
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

кромки $t_{кр}$, очистку швов от шлака и брызг $t_{бр}$, клеймение швов $t_{кл}$, установку и поворот изделия, его закрепление $t_{уст}$:

$$t_{\Sigma} = t_{\Sigma} + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} \quad (2.3)$$

При полуавтоматической и автоматической сварке во вспомогательное время входит время на заправку кассеты с электродной проволоки. Это время можно принять равным

$$t_{\Sigma} = 5 \text{ мин} = 0,083 \text{ ч.}$$

Время зачистки кромок или шва $t_{кр}$ вычисляют по формуле:

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_{\Sigma} - 1)) \quad (2.4)$$

где n_{Σ} – количество слоев при сварке за несколько проходов;

$L_{шв}$ – длина шва, м, $L_{шв} = 3,07 \text{ м}$

Рассчитываем время зачистки кромок или шва по формуле для обоих вариантов

$$t_{кр} = 15 \cdot 40 = 600 \text{ мин.} = 10 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_{кр} = 7,8 \cdot 27,5 = 214,5 \text{ мин.} = 3,5 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Время на установку клейма ($t_{кл}$) принимают 0,03 мин. на 1 знак, $t_{кл} = 0,21 \text{ мин.}$

Время на установку, поворот и снятие изделия ($t_{уст}$) зависит от его массы, данные указаны в таблице 2.1.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						45
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.1 – Норма времени на установку, поворот и снятие изделия в зависимости от его массы

Элементы работ	Вес изделия, кг						
	5	10	15	25	до 40	до 50	до 100
	Время, мин						
	вручную				краном		
Установить, повернуть, снять сборочную единицу и отнести на место складирования	1,30	3,00	4,30	6,00	5,20	6,30	8,40

$$t_{уст} = 0,14ч.$$

Таким образом рассчитываем значения t_g

$$t_g = 1,1 + 0,11 + 0,14 + 10 + 0,21 = 11,56 \text{ ч. (базовый вариант)}$$

$$t_g = 0,43 + 0,043 + 0,14 + 3,5 + 0,14 = 4,253 \text{ ч. (проектируемый вариант)}$$

Время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) включает в себя время на установку режима сварки, наладку автомата, уборку инструмента и т.д., принимаем равным:

$$t_{обс} = (0,06...0,08) \cdot t_{очн} (2.5)$$

Рассчитываем время на обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) по формуле для обоих вариантов

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 1,1 = 0,077ч.$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 0,43 = 0,03ч.$$

Время перерывов на отдых и личные надобности зависит от положения, в котором сварщик выполняет работы. При сварке в удобном

положении.

$$t_n = 0,07 \cdot t_{осн} \quad (2.6)$$

Рассчитываем t_n по формуле для базового и проектируемого вариантов соответственно

$$t_n = 0,07 \cdot 0,077 = 0,005 \text{ ч.}$$

$$t_n = 0,07 \cdot 0,03 = 0,002 \text{ ч.}$$

Таким образом, расчет общего времени $T_{шт-к}$ на выполнение сварочной операции по обоим вариантам производим по формуле

$$T_{шт-к} = 1,1 + 0,11 + 0,083 + 0,077 + 0,005 = 13,75 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 0,43 + 0,043 + 0,083 + 0,03 + 0,002 = 5,88 \text{ ч.}$$

$$T_{шт-к} = 13,75 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт-к} = 5,88 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

Определяем общую трудоемкость годовой производственной программы $T_{произв. пр.}$ сварных конструкций по операциям техпроцесса по формуле, где N – годовая программа, шт., в нашем случае $N = 135 \text{ шт.}$

$$T_{произв. пр.} = 13,75 \cdot 135 = 1856,25 \text{ ч. (базовый вариант);}$$

$$T_{произв. пр.} = 5,88 \cdot 135 = 793,8 \text{ ч. (проектный вариант).}$$

2.2 Расчет количества оборудования и его загрузки

Требуемое количество оборудования рассчитывается по данным техпроцесса.

Рассчитываем количество оборудования по операциям техпроцесса

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						47
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Ср, по формуле:

$$C_p = \frac{T_{\text{произв.пр}}}{\Phi_d \cdot K_n} 100 \quad (2.7)$$

где Φ_d - действительный фонд времени работы оборудования, *час*.
($\Phi_d = 1914 \text{ час}$);

K_n -коэффициент выполнения норм ($K_n = 1,1 \dots 1,2$).

$$C_p = \frac{1856}{1914 \cdot 1,2} = 0,8; \text{ примем } C_{\text{п}} = 1 \text{ шт. (базовый вариант);}$$

$$C_p = \frac{793}{1914 \cdot 1,2} = 0,3; \text{ примем } C_{\text{п}} = 1 \text{ шт. (проектируемый вариант).}$$

Принятое количество оборудования $C_{\text{п}}$ определяем путём округления расчётного количества в сторону увеличения до ближайшего целого числа. Следует иметь в виду, что допускаемая перегрузка рабочих мест не должна превышать 5 – 6%. Таким образом, по базовой технологии используются четыре установки для сварки. По новой измененной технологии достаточно двух установок для автоматической сварки в среде защитного газа.

Расчёт коэффициента загрузки оборудования K_z производим по формуле:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{\text{п}}} \quad (2.8)$$

где K_z - коэффициент загрузки оборудования;

C_p - количество оборудования по операциям техпроцесса,

шт.; $C_{\text{п}}$ - принятое количество оборудования, *шт.*

$$K_z = \frac{0,8}{1} = 0,8 \text{ (базовый вариант);}$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						48
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_3 = \frac{0,3}{1} = 0,03 \text{ (проектируемый вариант).}$$

Коэффициент загрузки оборудования равен 1, так как оборудование и техоснастка не используется на других работах этого предприятия. Необходимо стремиться к тому, чтобы средний коэффициент загрузки оборудования был, возможно, ближе к единице.

2.3 Расчет капитальных вложений

Для проведения расчета балансовой стоимости оборудования необходимо знать цену приобретения выбранного в технологии оборудования. Для этого представляем исходные данные в виде таблицы.

Таблица 2.3 - Исходные данные

Показатели	Единицы измерения	Базовый	Проектируемый вариант
1	2	3	4
Годовая производственная программа	шт.	135	135
Сборочно-сварочный стол Siegmund EXTREME 4000x2000x200	руб./шт.	120000	120000
Кантователь двухстоечный ProArc HTS - 1000	руб./шт.	965000	965000
Кран электрический мостовой однобалочный 5-28-25-12-220-У3 по ГОСТ 7890-93 в совокупности с	руб./шт.	2430000	2430000
Кантователь Rotomax RV1000/1.5	руб./шт.	180000	180000
Сварочный полуавтомат Fronius TransPuls Synergic 4000	руб./шт.	510000	510000
Сварочный трактор Fronius FLEXTRACK	руб./шт.	-	450000
Двухстоечный кантователь ProArc HTS -	руб./шт.	950000	950000
Проволока OK Autrod 5183 марки ESAB диаметром Ø 1,2мм.	руб./шт.	7950	7950
Материал :AMr 4,5	Руб./т.	300000	300000
Защитный газ :Ar/He	руб./шт.	700	700
Расход защитного газа	л./мин.	18	18
Тариф на электроэнергию	руб./кВт-час.	3,16	3,16
Длина сварного шва	м	40	21,5
Положение шва		нижнее	нижнее
Условия выполнения работы		стационарные	стационарные

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4
Квалификационный разряд	разряд	3	4
Тарифная ставка, Т _{ст}	руб./час.	50	60
Масса конструкции	т	0,4	0,4

2.4 Рассчитываем балансовую стоимость оборудования

Балансовая стоимость оборудования определяется:

$$K_{OB} = C_{OB} \cdot (1 + K_{TЗ}), \text{руб.} \quad (2.9)$$

где C_{OB} – цена единицы оборудования, руб.;

$K_{TЗ}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, затраты на монтаж, наладку и устройство фундамента в зависимости от цены на оборудование.

Базовый вариант:

$$K_{OBj} = 510000 \cdot (1 + 0,12) = 571,200 \text{руб.}$$

Проектируемый вариант:

$$K_{OBj} = 510000 + 450000 \cdot (1 + 0,12) = 1,075,200 \text{руб.}$$

Определяем по формуле капитальные вложения в оборудование для выполнения годового объема работ по вариантам:

$$K_{OB} = \sum K_{OBj} \cdot C_{П} \cdot K_{З}, \text{руб.} \quad (2.10)$$

где K_{OBj} – балансовая стоимость оборудования, руб.;

$C_{П}$ – принятое количество оборудования, шт. $C_{П} = 1 \text{ шт.}$

$K_{З}$ – коэффициент загрузки оборудования. $K_{З} = 1$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						50
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$K_{OB} = 571,200 \cdot 1 \cdot 1 = 571,200 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$K_{OB} = 1075,200 \cdot 1 \cdot 1 = 1075,200 \text{ руб. (проектируемый вариант);}$$

Рассчитанные данные для заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Цена и балансовая стоимость на оборудование, тыс. руб.

	Базовый вариант	Проектируемый вариант
Цена единицы оборудования, руб	510000	960000
Количество штук	1	1
Балансовая стоимость, руб	571,200	1,075,200
Суммарные капитальные вложения в технологическое оборудование, руб	571,200	1,075,200

2.5 Расчет технологической себестоимости металлоконструкции

Технологическая себестоимость формируется из прямых затрат, связанных с расходом ресурсов при проведении сварочных работ в цехе. Расчет технологической себестоимости проводим по формуле:

$$CT = M3 + 3Э + 3пр, \quad (2.11)$$

где $M3$ - затраты на все виды материалов, основных, комплектующих и полуфабрикатов;

$3Э$ - затраты на технологическую электроэнергию (топливо);

$3пр$ - затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос - 30% от фонда оплаты труда).

Расчет материальных затрат

К материальным затратам относятся затраты на сырье, материалы, энергоресурсы на технологические цели.

Материальные затраты ($M3$, руб.) рассчитываются по формуле

$$M_3 = C_{\text{ом}} + C_{\text{ЭН}} + C_{\text{др}} \quad (2.12)$$

где $C_{\text{ом}}$ - стоимость основных материалов в расчете на одно металлоизделие, руб.;

$C_{\text{ЭН}}$ - стоимость электроэнергии при выполнении технологической операции сварки металлоизделия, руб.

$C_{\text{др.}}$ - стоимость прочих компонентов в расчете на одно металлоизделие.

Стоимость основных материалов ($C_{\text{ом}}$, руб.) с учетом транспортно-заготовительных расходов рассчитывается по формуле

$$C_{\text{ом}} = [C_{\text{км}} + C_{\text{св.пр}} + (C_{\text{зг}} + C^{\text{св.фл}})]K_{\text{тр}} \quad (2.13)$$

где $K_{\text{тр}}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы, его можно принять в пределах 1,05... 1,08.

Стоимость конструкционного материала ($C_{\text{км}}$)

Затраты на конструкционный материал, которым является: АМг 4,5

$$C_{\text{км}} = m_{\text{к}} \cdot \text{Ц}_{\text{км}} \quad (2.14)$$

где $m_{\text{к}}$ - масса конструкции, т;

$\text{Ц}_{\text{к.м}}$ - цена одной тонны конструкционного материала, руб.

$$C_{\text{км}} = 0,4 \cdot 300000 = 120000 \text{ руб.}$$

Стоимость конструкционного материала составляет 120000 руб. как для базового, так и проектируемого вариантов.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						52
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет затрат на электродную проволоку

OK Autrod 5183 марки ESAB диаметром Ø 1,2мм. проводим по формуле

Исходные данные для расчетов:

$$L_{\text{шв}} 6,140 \text{ м} = 614 \text{ см}$$

$$F_{\text{шв}} = F_{\text{шв1}} + F_{\text{шв2}} = 75,95 \text{ мм}^2 + 184,05 \text{ мм}^2 = 0,75 \text{ см}^2 + 1,84 \text{ см}^2 = 2,59 \text{ см}^2$$

$$V_{\text{шв}} = 614 \cdot 2,59 = 1590 \text{ см}^3.$$

$$M_{\text{шв}} = 1590 \cdot 2,66 = 4229,4 \text{ г} = 4,23 \text{ кг}.$$

Производим расчеты $C_{\text{св.пр}}$ на изготовление одной металлоконструкции по формуле (9):

$$C_{\text{св.пр}} 4,23 \cdot 1,02 \cdot 1130 \cdot 1,05 = 5119,27 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на защитный газ проводим по формуле (12)

Исходные данные:

$$t_{\text{осн}} = \frac{40}{35} = 1,14 = 66 \text{ мин. (базовый вариант)}$$

$$t_{\text{осн}} = \frac{21,5}{50} = 0,434 = 25,8 \text{ мин. (проектируемый вариант)}$$

Расход защитного газа $q_{\text{зг}} = 18 \text{ л/мин.}$

$C_{\text{зг}} = 66 \cdot 18 \cdot 1,1 \cdot 14 \cdot 1,05 = 19210 \text{ руб.}$ (базовый вариант – защитная смесь К-18)

$C_{\text{зг}} = 25,8 \cdot 10 \cdot 1,1 \cdot 14 \cdot 1,05 = 4172 \text{ руб.}$ (проектируемый вариант – защитная смесь К-18).

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						53
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Статья «Топливо и энергия на технологические цели» ($C_{эн}$, руб.) включает затраты на все виды топлива и энергии, которые расходуются в процессе производства данной продукции (силовая энергия).

Расчет затрат на электроэнергию на операцию проводим по формуле

$$З_э = \alpha_э \cdot M_n \cdot Ц_э, \text{ руб} \quad (2.20)$$

где $\alpha_э$ - удельный расход электроэнергии на 1 кг наплавленного металла, $кВт \cdot ч/кг$;

$Ц_э$ - цена за 1 $кВт \cdot ч$; $Ц_э = 3,16 \text{ кВт} \cdot ч$.

$$З_э = 8 \cdot 4,23 \cdot 3,16 = 106,93 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_э = 5 \cdot 4,23 \cdot 3,16 = 66,83 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Материальные расходы(МЗ) на основные материалы на одно изделие(исключаем затраты на основной конструкционный материал)рассчитываются по формуле

$$МЗ = C_{о.м} + C_{эн} + C_{др}. \quad (2.21)$$

$$МЗ = 19210 + 5119,27 + 106,93 = 197436,2 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$МЗ = 4172 + 5119,27 + 66,83 = 9358,1 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Расчет численности производственных рабочих.

Определяем численность производственных рабочих (сборщиков, сварщиков). Численность основных рабочих ЧОР определяется для каждой операции по формуле:

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						54
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Ч_{op} = \frac{T_{\text{произв. пр}}}{\Phi_{op} \cdot K_{\epsilon}} \quad (2.22)$$

где $T_{\text{произв. пр}}$ - трудоемкость производственной программы, час;

Φ_{op} - действительный фонд времени производственного рабочего ($\Phi_{op} = 1870$ час);

K_{ϵ} - коэффициент выполнения норм выработки (1,1... 1,3).

$$Ч_{op} = \frac{1856}{1870 \cdot 1,1} = 0,90 \text{ ч (базовый вариант)}$$

$$Ч_{op} = \frac{793}{1870 \cdot 1,1} = 0,38 \text{ ч (проектируемый вариант)}$$

Число рабочих округляется до целого числа с учетом количества оборудования. По базовой технологии работает 1 сварщик, по новой измененной технологии работает 1 сварщик.

При поточной организации производства число основных рабочих определяется по числу единиц оборудования с учетом его загрузки, возможного совмещения профессий и планируемых невыходов по уважительным причинам. Исходя из этого, определяем суммарное количество основных рабочих $Ч_{op}$.

Расчет заработной платы производственных рабочих, отчислений на социальные нужды

Этот раздел предусматривает расчет основной и дополнительной зарплаты производственных рабочих, отчислений на социальные нужды (социальных взносов), т.е. налоговых выплат, включаемых в себестоимость.

Расходы на оплату труда ($З_{пр}$) рассчитываются по формуле.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						55
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$З_{пр} = З_{по} + З_{пд} \quad (2.23)$$

где $З_{по}$ - основная заработная плата, руб.;

$З_{пд}$ - дополнительная заработная плата, руб.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих ($З_{пр}$) с отчислениями на социальное страхование на изготовление единицы изделия определяется по формуле

$$З_{пр} = Р_{сд} + К_{пр} + К_{д} + К_{сс} + Д_{вр} \quad (2.24)$$

где $Р_{сд}$ - суммарная сдельная расценка за единицу изделия, руб.;

$К_{пр}$ - коэффициент премирования, (данные предприятия), $К_{пр} = 1,5$;

$Д_{вр}$ - доплата за вредные условия труда, руб.;

$К_{сс}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (социальный взнос), $К_{сс} = 1,3$;

$К_{д}$ - коэффициент, определяющий размер дополнительной заработной платы, $К_{д} = 1,2$.

Тарифная ставка зависит от квалификации сварщика:
 $T_{см}$ сварщика полуавтоматической сварки - 50 руб./час, $T_{см}$ сварщика автоматической сварки - 60 руб./час.

Рассчитанное:

$$T_{шт.к} = 13,75 = 825 \text{ мин. (базовый вариант);}$$

$$T_{шт.к} = 5,88 \text{ ч.} = 352,8 \text{ мин. (проектируемый вариант).}$$

Суммарная сдельная расценка на изготовление единицы изделия ($Р_{сд}$) определяется по формуле

$$P_{сд} = \frac{T_{см} \cdot T_{шт.-к.}}{60}, \quad (2.25)$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						56
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

где $T_{\text{ст}}$ - тарифная ставка, руб./час;

$T_{\text{шт-к}}$ - штучно-калькуляционное время выполнения сварочных работ в расчете на одно металлоизделие, мин.

$$P_{\text{сб}} = \frac{50 \cdot 825}{60}, = 687,5 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{сб}} = \frac{60 \cdot 352,8}{60}, = 352,8 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

Доплата за вредные условия труда рассчитываются по формуле

$$D_{\text{вр}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot T_{\text{вр}} \cdot (0,1 \dots 0,31)}{100 \cdot 60} \quad (2.26)$$

где $D_{\text{вр}}$ - доплата за вредные условия труда, руб.;

$T_{\text{ст}}$ - тарифная месячная ставка, руб.

$T_{\text{вр}}$ - время работы во вредных условиях труда, мин. $T_{\text{вр}} = T_{\text{шт-к}} \cdot (0,1 \dots 0,31)$, мин.;

$$D_{\text{вр}} = \frac{50 \cdot 825 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 1,375 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$D_{\text{вр}} = \frac{60 \cdot 352,8 \cdot 0,2}{100 \cdot 60} = 0,7 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$З_{\text{пр}} = 687,5 + 1,5 + 1,3 + 0,14 = 716,9 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$З_{\text{пр}} = 352,8 + 1,5 + 1,3 + 0,07 = 381,5 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Рассчитываем дополнительную заработную плату производственных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии по формуле:

$$З_{\text{пд}} = K_{\text{д}} \cdot З_{\text{ПО}} \cdot K_{\text{сс}} \quad (2.27)$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						57
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

где Зпд - выплаты, предусмотренные законодательством за непроработанное на производстве время, руб.;

Зпо - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

K_d - коэффициент дополнительной заработной платы. $K_d = 1,13$;

K_{cc} - коэффициент, учитывающий отчисления на социальные взносы, $K_{cc} = 1,3$.

$$З_{пд} = 1,13 \cdot 716,9 \cdot 1,3 = 1210 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пд} = 1,13 \cdot 381,5 \cdot 1,3 = 644 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расходы на заработную плату основных рабочих при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, рассчитанные по формуле, составляют:

$$З_{пр} = 716,9 + 1210 = 1926,9 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$З_{пр} = 381,5 + 644 = 1025,5 \text{ руб. (проектный вариант).}$$

Приведем расчетные данные технологической себестоимости $C_{т}$ изготовления годового объема выпуска металлоконструкций в таблицу.

Таблица 2.5 - Данные для расчета технологической себестоимости изготовления годового выпуска металлоконструкций

Статьи затрат	Базовый вариант	Проектный
1	2	3
Затраты на основные материалы, $C_{ам}$, руб.	328455	125442
Затраты на технологическую электроэнергию (топливо), $C_{эн}$, руб.	14431	9022
Затраты на заработную плату с отчислениями на социальные нужды (социальный взнос), $З_{пр}$, руб.	260131	125482
Технологическая себестоимость годового выпуска, C_t руб.	603017	259946

2.6 Расчет полной себестоимости изделия

Перед расчетом полной себестоимости изготовления металлоконструкции рассчитывается технологическая, а затем производственная себестоимость изготовления одной металлоконструкции.

Производственная себестоимость ($C_{пр}$, руб.) включает затраты на производство продукции, обслуживание и управление производством, расчет $C_{пр}$ проводят по формуле

$$C_{пр} = C_T + P_{пр} + P_{хоз} \quad (2.28)$$

где C_T - технологическая себестоимость, руб.;

$P_{пр}$ - общепроизводственные (цеховые) расходы, руб.;

$P_{хоз}$ - общехозяйственные расходы, руб.

Общепроизводственные расходы определяются по формуле

$$P_{пр} = C_A + C_p + P_{пр} \quad (2.29)$$

где C_A - затраты на амортизацию оборудования, руб.;

C_p - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{пр}$ - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

В статью «Общепроизводственные расходы» ($P_{пр}$, руб.) включаются расходы на:

- оплату труда управленческого и обслуживающего персонала цехов, вспомогательных рабочих;
- амортизацию оборудования;
- ремонт основных средств;
- охрану труда работников;
- содержание и эксплуатацию оборудования, сигнализацию,

отопление, освещение, водоснабжение цехов и др.

Затраты на амортизацию оборудования. Рассчитываем по формуле

$$C_A = \frac{K_{об} \cdot H_A \cdot n_0 \cdot T_{шт-к}}{100 \cdot \Phi_d \cdot K_B} \cdot K_0 \quad (2.30)$$

где $K_{об}$ - балансовая стоимость единицы оборудования, руб.;

H_A - норма годовых амортизационных отчислений, %; для механизированной сварки $H_A = 14,7$ %;

Φ_d - действительный эффективный годовой фонд времени работы оборудования, час. $\Phi_d = 1914$ час;

$T_{шт.к}$ - штучно-калькуляционное время на выполнение сварочной операции, час;

K_0 - коэффициент загрузки оборудования, $K_0 = 0,9$;

n_0 - количество оборудования, шт.;

K_B - коэффициент, учитывающий выполнение норм времени, $K_B = 1,1$.

Затраты на амортизацию при базовом варианте технологии изготовления металлоконструкции и проектируемом варианте технологии, приходящиеся на одно изделие:

$$C_A = \frac{571200 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 13,7}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} = 546,3 \text{ (базовый вариант)}$$

$$C_A = \frac{1075200 \cdot 14,7 \cdot 1 \cdot 5,9}{100 \cdot 1914 \cdot 1,1} = 442,9 \text{ (проектируемый вариант)}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание оборудования рассчитываем по формуле:

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						60
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_p = \frac{K_{06} \cdot D}{100} \quad (2.31)$$

где K_{06} - капитальные вложения в оборудование и техоснастку, руб.;

D принимается равным 3 %.

$$C_p = \frac{571200 \cdot 3}{100} = 17136 \text{ руб}$$

на производственную программу или 127 руб в расчете на одно металлоизделие (17136 руб./135), - базовый вариант;

$$C_p = \frac{1075200 \cdot 3}{100} = 32256 \text{ руб}$$

на производственную программу или 239 руб./на металлоконструкцию (32256 руб./135 шт), - проектируемый вариант.

Расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение) определяются формуле:

$$P_{\text{пр}}^* = \frac{\%P_{\text{пр}} \cdot ЗП_0}{100} \quad (2.32)$$

где $ЗП_0$ - основная заработная плата производственных рабочих, руб.;

$\%P_{\text{пр}}$ - процент общепроизводственных расходов на содержание производственных помещений и прочих цеховых расходов, %. $P_{\text{пр}}=10$.

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 2601,31}{100} = 650,32 \text{ руб. (базовый вариант)}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 1254,84}{100} = 313,71 \text{ руб. (проектируемый вариант)}$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						61
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Общепроизводственные расходы определяются по формуле

$$P_{\text{пр}} = C_A + C_p + P_{\text{пр}} \quad (2.33)$$

где C_d - затраты на амортизацию оборудования, руб.

C_p - на ремонт и техническое обслуживание оборудования, руб.;

$P_{\text{пр}}$ - расходы на содержание производственных помещений (отопление, освещение).

$$P_{\text{пр}} = 546,3 + 17136 + 650320 = 668002,3 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{пр}} = 442,9 + 32256 + 313710 = 346408,9 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

В статью «Общехозяйственные расходы» ($P_{\text{хоз}}$, руб.) включаются: расходы на оплату труда, связанные с управлением предприятия в целом, командировочные; канцелярские, почтово-телеграфные и телефонные расходы; амортизация; расходы на ремонт и эксплуатацию основных средств, отопление, освещение, водоснабжение заводоуправления, на охрану, сигнализацию, содержание легкового автотранспорта, обязательное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профзаболеваний.

Эти расходы рассчитываются в процентах от основной заработной платы производственных рабочих по формуле (27).

$P_{\text{хоз}}$ при изготовлении одной металлоконструкции:

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 260131}{100} = 650327 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$P_{\text{хоз}} = \frac{25 \cdot 125482}{100} = 313705 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						62
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Производственная себестоимость годового выпуска
металлоконструкций при базовом и проектируемом варианте технологии,
 $C_{\text{пр}}$ рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{пр}} = 603017 + 668002 + 650032 = 1921051 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{пр}} = 259946 + 346408 + 313710 = 920064 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Расчет коммерческих расходов. В статью «Коммерческие расходы» (P_k , руб.) включаются расходы на производство или приобретение тары, упаковку, погрузку продукции и доставку её к станции, рекламу, участие в выставках. Эти расходы рассчитываются по формуле:

$$P_k = \frac{\%P_k \cdot C_{\text{пр}}}{100} \quad (2.35)$$

где $\%P_k$ - процент коммерческих расходов от производственной себестоимости, $\%P_k - 0,1 - 0,5\%$.

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 668002,3}{100} = 668 \text{ руб (базовый вариант)}$$

$$P_k = \frac{0,1 \cdot 346408,9}{100} = 346,4 \text{ руб (проектируемый вариант)}$$

Полная себестоимость годового объема выпуска металлоконструкций ($C_{\text{п}}$) включает затраты на производство ($C_{\text{пр}}$) и коммерческие расходы (P_k) и рассчитывается по формуле 2.28

Расчет полной себестоимости изготовления металлоконструкций, $C_{\text{п}}$ производим по формуле:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{пр}} + P_k \quad (2.36)$$

где P_k - коммерческие расходы, руб.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						63
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$C_{\text{п}} = 1921051 + 668 = 1921719 \text{ руб. (базовый вариант);}$$

$$C_{\text{п}} = 920064 + 346,4 = 920410,4 \text{ руб. (проектируемый вариант).}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.6

Таблица 2.6 - Калькуляция полной себестоимости изготавливаемой металлоконструкций по сравниваемым вариантам (г.в.пр. 135 шт.)

Наименование статей калькуляции	Значение, руб.		Отклонения, руб.
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
1	2	3	4
1. Материальные затраты, МЗ:	2665305	1263330	1401975
2. Заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды, З _{пр}	260131	125482	134649
3. Технологическая себестоимость С _т , руб.	603017	259946	343071
4. Общепроизводственные расходы, Р _{пр}	668002	346408	321594
5. Общехозяйственные расходы, Р _{хоз}	650327	313705	336622
6. Производственная себестоимость, С _{пр}	1921051	920064	1000987
7. Коммерческие расходы, Р _к ,	668	346	322
8. Полная себестоимость, С _п	721719	920410	1001309

2.7 Расчет основных показателей сравнительной эффективности

Расчет основных показателей сравнительной эффективности проводим по варианту Б, как случай проектирования конструкторско-технологических усовершенствований, обеспечивающих выполнение сварочных работ для металлоконструкций, используемых в качестве товарной продукции, т.е. - реализуемой на сторону.

Годовой выпуск продукции (тормозной цилиндр) составляет 135 шт.

Годовая экономия (-) или превышение (+) по технологической себестоимости, ΔC рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = (C_{\text{т1}} - C_{\text{т2}}) N, \quad (2.37)$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						64
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

где C_{T1} ; C_{T2} - технологическая себестоимость годового объема выпуска детали по сравниваемым вариантам (C_{T1} - базовый вариант; C_{T2} - проектируемый вариант), руб.;

N - годовой объем выпуска металлоизделий, шт.

В данном расчете годовая экономия по технологической себестоимости составит в соответствии с формулой

$$\Delta C = (603017 - 259946) * 135 = 46314585 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость в проектируемом варианте ниже технологической себестоимости в базовом варианте за счет снижения расходов на зарплату рабочим и вспомогательные материалы.

Расчет прибыли от реализации годового объема металлоизделий по базовому и проектируемому вариантам, Π , руб. рассчитываем по формуле.

Выручкой от реализации продукции (B , руб.) и полной себестоимостью C_{Π} , руб.

$$\Pi = B - C_{\Pi}, \quad (2.38)$$

где B - выручка от реализации продукции;

C_{Π} - полная себестоимость.

Сначала рассчитываем отпускную цену металлоконструкции (Π , руб.) по формуле по базовому и проектируемому вариантам.

$$\Delta C_{\Pi} = C_{\Pi 1} - C_{\Pi 2}, \quad (2.39)$$

где $C_{\Pi 1}$ $C_{\Pi 2}$ - полная себестоимость годового выпуска продукции по базовому и проектируемому вариантам соответственно.

Рассчитаем отпускную цену металлоизделия Π по формуле

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						65
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Pi = C_n \cdot K_p, \quad (2.40)$$

где C_n - полная себестоимость металлоизделия, руб./шт.;

K_p - среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции.

Среднеотраслевой коэффициент рентабельности продукции, K_p , определяющий среднеотраслевую норму доходности продукции и учитывающий изменение качества металлоизделия (надежность, долговечность) в эксплуатации принимаем равным соответственно в базовом варианте - 1,3; в проектируемом - 1,5.

$$\Pi_1 = 721719 \cdot 1,3 = 938234,7 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 920410 \cdot 1,5 = 1380615 \text{ руб.}$$

Рассчитываем выручку от реализации годового объема металлоизделий (В) по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

$$B = \Pi \cdot N \quad (2.41)$$

где N - годовой объем производства продукции.

$$B_1 = 938234,7 \cdot 135 = 126661684,5 \text{ руб.}$$

$$B_2 = 1380615 \cdot 135 = 186383025 \text{ руб.}$$

Соответственно, прибыль от реализации годового объема металлоизделий в соответствии с формулой по базовому и проектируемому вариантам будет равна разнице между выручкой и полной себестоимостью производственной программы выпуска металлоизделий.

$$\Pi = B - C_n,$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						66
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\Pi_1 = 1266616 - 721719 = 544897 \text{ руб.}$$

$$\Pi_2 = 1863830 - 920410 = 943420 \text{ руб.}$$

Изменение (прирост, уменьшение) прибыли $\Delta\Pi$ в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым рассчитывается по формуле:

$$\Delta\Pi = \Pi_2 - \Pi_1; \quad (2.42)$$

где Π_1 Π_2 - прибыль соответственно в базовом и проектируемом вариантах.

$$\Delta\Pi = 943420 - 544897 = 398523 \text{ руб.}$$

Определение точки безубыточности (критического объема выпуска металлоконструкций, ($N_{кр}$)) проводим по формуле по базовому и проектируемому вариантам:

$$N_{кр} = \frac{C_{\text{пост}}}{Ц - C_{\text{пер}}} \quad (2.43)$$

где $N_{кр}$ - критический объем выпуска продукции, металлоизделий в расчете на год;

$C_{\text{пост}}$ - постоянные затраты (полная себестоимость годовой производственной программы выпуска металлоизделий, $C_{\text{п}}$, за вычетом технологической себестоимости в расчете на годовую программу выпуска, $C_{\text{т}}$);

$Ц$ - отпускная цена металлоконструкции, руб./изделие;

$C_{\text{пер}}$ - переменные затраты, включающие технологическую себестоимость единицы изделия, руб./изделие.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						67
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

$$N_{KP1} = \frac{721719}{126661 - 72171} = 13,2 \text{ шт}$$

$$N_{KP2} = \frac{920410}{186383 - 92410} = 9.8 \text{ шт}$$

Расчет рентабельности продукции, R, проводим по формуле

$$R = \frac{\Pi}{C_n} 100 \quad (2.44)$$

$$R1 = \frac{544897}{721719} 100 = 75\%$$

$$R2 = \frac{920410}{943420} 100 = 95\%$$

Расчет производительности труда (выработка в расчете на 1 производственного рабочего (в базовых ценах), тыс. руб./чел.), $\Pi_{тр}$ производим по формуле соответственно по базовому и проектируемому вариантам:

$$\Pi_{тр} = \frac{B}{Ч_{ор}} \quad (2.45)$$

где B - выручка от реализации годового объема металлоизделий, руб.;

$\Pi_{ор}$ - численность производственных рабочих, чел.

$$\Pi_{тр1} = \frac{126661}{1} = 126661 \text{ руб/чел}$$

$$\Pi_{тр2} = \frac{186388}{1} = 186388 \text{ руб/чел}$$

Расчет срока окупаемости капитальных вложений, $T_{ок}$ производим по формуле:

$$T_0 = \frac{\Delta K_d}{\Delta \Pi} \quad (2.46)$$

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						68
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

ΔП - изменение (прирост, уменьшение) прибыли в проектируемом варианте в сопоставлении с базовым, руб.

$$T_0 = \frac{1075200}{398523} = 2.7 \text{ года}$$

После проведения экономических расчетов необходимо сгруппировать результирующие показатели экономической эффективности в виде таблицы, которая может быть представлена в качестве иллюстративного материала при защите ВКР.

Таблица 2.7 - Техничко-экономические показатели проекта

№ п/п	Показатели	Ед. измерения	Значение показателей		Изменение показателей
			Базовый	Проектируемый вариант	
1	2	3	4	5	6
1	Годовой выпуск продукции, N	шт.	135	135	-
2	Выручка от реализации годового выпуска продукции, В	руб.	49789000	44955000	4834000
3	Капитальные вложения, К	руб.	571200	1075200	-504000
4	Технологическая себестоимость металлоизделия, Ст	руб.	603017	259946	343071
5	Полная себестоимость годового объема выпуска металлоизделий, Сп	руб.	721719	920410	1001309
6	Прибыль от реализации годового объема выпуска, П	руб.	11096000	14985000	3889000
7	Численность производственных рабочих, Ч	чел.	1	1	-
8	Производительность (выработка в расчете на 1 производственного рабочего, в базовых ценах), П _{ТР}	тыс.руб. / чел.	12667	18638	5971
9	Рентабельность продукции, R	%	75	90	15

Окончание таблицы 2.7

1	2	3	4	5	6
10	Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (Ток)	лет	2.7		
11	Точка безубыточности (критический объем выпуска металлоизделий)	шт.	13.2	9.8	3.4

Вывод: Предложенный в проекте технологический способ сварки металлоизделия эффективен, прежде всего, в сфере эксплуатации за счет повышения долговечности сварных соединений конструкции

металлоизделия.

В сфере производства изделия экономия по себестоимости обеспечена лишь за счет сокращения доли общепроизводственных и общехозяйственных расходов в удельной себестоимости металлоизделия, поскольку эти затраты, оставаясь неизменными в целом по предприятию, списываются на себестоимость изделий пропорционально заработной плате производственных рабочих.

3 Методический раздел

В технологической части разработанной выпускной квалификационной работы были рассмотрены технологичность и конструктивные особенности поперечной балки нижней рамы кузова

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						70
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

электropоезда, а также технологические требования к данному изделию, произведены анализ материала изделия и оценка его свариваемости. Кроме того, был проведен анализ существующей (базовой) технологии изготовления изделия, рассмотрены варианты модернизации этой технологии.

В процессе разработки предложена замена полуавтоматической сварки на автоматическую сварку плавящимся электродом в смеси газов с использованием сварочного трактора. Реализация разработанной технологии предполагает подготовку рабочих, которые могут осуществлять эксплуатацию, наладку, обслуживание и ремонт предложенного оборудования.

К сварочным работам по проектируемой технологии допускаются рабочие по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением». В базовой технологии работы выполнялись рабочими по профессии «Сварщик полуавтоматической сварки плавящимся электродом в смеси газов» в связи с этим целесообразно разработать программу переподготовки рабочих сварочной специализации и провести данную программу в рамках промышленного предприятия.

Для разработки программы переподготовки необходимо изучить и проанализировать такие нормативные документы как Профессиональные стандарты. Профессиональный стандарт является новой формой определения квалификации работника по сравнению с единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих и единым квалификационным справочником должностей руководителей, специалистов и служащих.

Профессиональные стандарты применяются:

– работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						71
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

работников, разработке должностных инструкций, тарификации работ, присвоении тарифных разрядов работникам и установлении систем оплаты труда с учетом особенностей организации производства, труда и управления;

- образовательными организациями профессионального образования при разработке профессиональных образовательных программ;
- при разработке в установленном порядке федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования.

3.1 Сравнительный анализ Профессиональных стандартов

1. Профессиональный стандарт «Ручная и частично механизированная сварка (наплавка)» (код 40.002, рег. № 14, приказ Минтруда России № 701н от 28.11.2013 г., зарегистрирован Минюстом России 13.02.2014г., рег. № 31301)

2. Профессиональный стандарт «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки» (код 40.109, рег. № 664, Приказ Минтруда России № 916н от 01.12.2015 г., зарегистрирован Минюстом России 31.12.2015 г., рег. № 40426).

На первом этапе рассмотрим функциональную карту видов трудовой деятельности по профессии «Сварщик полуавтоматической сварки плавящимся покрытым электродом в среде защитных газов» (4-й разряд), так как в базовой технологии сварочные работы осуществляются с применением полуавтомата.

В таблице 1 приведены выписки из Профессиональных стандартов, характеризующие трудовые функции рабочих профессий: «Сварщик ручной и частично механизированной сварки (наплавки) и «Оператор автоматической и роботизированной сварки».

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						72
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.1 – Функциональные характеристики рабочих профессий «Сварщик ручной дуговой сварки плавящимся покрытым электродом (3-й разряд) и «Оператор автоматической сварки плавлением» (3 уровень)

Характеристики	«Сварщик ручной дуговой и частично механизированной сварки (наплавки)»	«Оператор автоматической сварки плавлением»
1	2	3
Трудовая функция	Подготовка, сборка, сварка и зачистка после сварки сварных швов элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Частично механизированная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций (оборудования, изделий, узлов, трубопроводов, деталей) из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов), предназначенных для работы под давлением, под статическими, динамическими и вибрационными нагрузками	Полностью механизированная и автоматическая сварка плавлением металлических материалов
Трудовые действия	Ознакомление с конструкторской и производственно-технологической документацией по сварке Проверка работоспособности и исправности сварочного оборудования Зачистка ручным или механизированным инструментом элементов конструкции (изделия, узлы, детали) под сварку Выбор пространственного положения сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) Сборка элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку с применением сборочных приспособлений Сборка элементов конструкции	Изучает производственное задание, конструкторскую и производственно-технологическую документации. Готовит рабочее место и средства индивидуальной защиты. Проверяет работоспособность и исправность сварочного оборудования для сварки в среде

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
	(изделия, узлы, детали) под сварку на прихватках Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных с применением сборочных приспособлений элементов	защитных газов.

	<p>конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Контроль с применением измерительного инструмента подготовленных и собранных на прихватках элементов конструкции (изделия, узлы, детали) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Зачистка ручным или механизированным инструментом сварных швов после сварки</p> <p>Удаление ручным или механизированным инструментом поверхностных дефектов (поры, шлаковые включения, подрезы, брызги металла, наплывы и др)</p>	
Необходимые умения:	<p>Выбирать пространственное положение сварного шва для сварки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей)</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку</p> <p>Использовать ручной и механизированный инструмент для подготовки элементов конструкции (изделий, узлов, деталей) под сварку, зачистки сварных швов и удаления поверхностных дефектов после сварки</p> <p>Использовать измерительный инструмент для контроля собранных элементов конструкции (изделий,</p>	<p>Определять работоспособность, исправность сварочного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и осуществлять его подготовку.</p> <p>Применять сборочные приспособления для сборки и сварки в среде защитных газов</p>

Продолжение таблицы 3.1

1	2	3
	<p>узлов, деталей) на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и</p>	

	нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции	
Необходимые знания	Основные типы, конструктивные элементы, размеры сварных соединений и обозначение их на чертежах Правила подготовки кромок изделий под сварку Основные группы и марки свариваемых материалов Сварочные (наплавочные) материалы Устройство сварочного и вспомогательного оборудования, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их	Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах. Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной
	эксплуатации и область применения Правила сборки элементов конструкции под сварку Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки Способы устранения дефектов сварных швов Правила технической эксплуатации электроустановок Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ Правила по охране труда, в том числе на рабочем месте	и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов. Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов
Другие характеристики:	Выполнение работ под руководством работника более высокого квалификационного уровня Рекомендуемое наименование профессии: сварщик Наименование квалификационного сертификата, выдаваемого по данной трудовой	Область распространения в соответствии с данной трудовой функцией: сварка дуговая в среде защитных газов планки автосцепки вагона

Окончание таблицы 3.1

1	2	3
	функции: сварщик, 2-й квалификационный уровень Данную трудовую функцию может выполнять слесарь-монтажник с аналогичными трудовыми функциями, установленными соответствующим профессиональным	

	стандартом	
<i>Характеристики выполняемых работ:</i>	Прихватка элементов конструкции ручной дуговой сваркой плавлением во всех пространственных положениях сварного шва; Ручная сварка (наплавка) плавлением сложных и ответственных конструкций планки автосцепки вагона	

Вывод: результатом сравнения функциональных карт рабочих по профессиям

«Сварщик ручной и частично механизированной сварки (наплавки)» и «Оператора автоматической сварки плавлением» является следующее:

Необходимые знания:

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой плавлением и обозначение их на чертежах.

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов.

Сварочные автоматы для сварки в среде защитных газов

Необходимые умения:

– Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением, и обозначение их на чертежах;

– Устройство сварочного и вспомогательного оборудования для полностью механизированной и автоматической сварки давлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов;

– Виды и назначение сборочных, технологических приспособлений и оснастки, используемых для сборки конструкции под полностью механизированную и автоматическую сварку давлением. Основные группы

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						76
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

и марки материалов, свариваемых полностью механизированной и автоматической сваркой давлением;

- Сварочные материалы для полностью механизированной и автоматической сварки давлением;

- Требования к подготовке конструкции под сварку;

- Технология полностью механизированной и автоматической сварки давлением;

- Требования к качеству сварных соединений; виды и методы контроля. Виды дефектов сварных соединений, причины их образования, методы предупреждения и способы устранения;

- Правила технической эксплуатации электроустановок. Нормы и правила пожарной безопасности при проведении сварочных работ. Правила эксплуатации газовых баллонов. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте;

- Владеть техникой полностью механизированной и автоматической сварки;

- Контролировать процесс полностью механизированной и автоматической сварки плавлением и работу сварочного оборудования.

На основании выявленного сравнения, возможно, разработать содержание краткосрочной подготовки по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением» и провести данную работу в рамках промышленного предприятия без отрыва от производства.

Требования к образованию и обучению: Профессиональное обучение по программам профессиональной подготовки, переподготовки по профессиям рабочих и должностям служащих, как правило, в области, соответствующей направленности (профилю) по сварочному производству.

Особые условия допуска к работе: Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						77
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение обучения и проверки знаний правил безопасной эксплуатации баллонов.

Обучение мерам пожарной безопасности, включая прохождение противопожарного инструктажа и пожарно-технического минимума по соответствующей программе.

Прохождение обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда в установленном порядке.

3.2 Разработка учебного плана переподготовки

На базе завода ООО«Уральские Локомотивы» действует учебный центр по обучению электросварщиков на полуавтоматических машинах в среде защитного газа плавящимся электродом.

При разработке обучения использовались следующие нормативные документы:

IRIS Международный стандарт железнодорожной промышленности, версия 02;

ГОСТ ISO 9000-2011 (ISO 9000:2005) Система менеджмента качества. Основные положения и словарь;

ГОСТ Р ИСО 10015-2007 Менеджмент организации. Руководящие указания по обучению;

Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 23.07.2013г);

Федеральный закон от 29.12.12г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

Положение об обучении персонала ООО «Уральские локомотивы»
ПСМ 6.2-01/02 Издание 3;

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						78
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Положение об адаптации персонала ООО «Уральские локомотивы»
ПСМ 6.2-01/04 Издание 1;

Положение о повышении (подтверждении) квалификационных
разрядов рабочим ООО «Уральские локомотивы» Издание 2.

Положение о доплатах и надбавках к тарифным ставкам (окладам)
работникам ООО «Уральские локомотивы».

Пройдя обучение, сварщик попадает на завод, где закрепляется за
наставником на срок до трех месяцев, таким образом, получается готовый
специалист, для переподготовки которого на автоматизированный
сварочный трактор не уходит много времени.

Исходя из выше сказанного и приведенного анализа
профессиональных стандартов, разработан учебный план переподготовки
рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки»
Продолжительность обучения 1 месяц.

Таблица 3.2 - Учебный план переподготовки рабочих

Номер раздела	Наименование разделов тем	Количество часов всего
1	2	3
1	ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБУЧЕНИЕ	66
1.1	Основы экономики отрасли	3
1.2	Материаловедение	3
1.3	Основы электротехника	4
1.4	Чтение чертежей	4
1.5	Спецтехнология	52

Окончание таблицы 3.2

1	2	3
2	ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБУЧЕНИЕ	122
2.1	Упражнения по автоматической сварке и наплавке несложных деталей на учебно-производственном участке	36
2.2	Работа на предприятии	76
	Консультации	2
	Квалификационный экзамен	8
	ИТОГО	188

Реализация разработанного учебного плана осуществляется отделом
технического обучения предприятия.

3.3 Разработка учебной программы предмета «Спецтехнология»

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучаемых системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих, формировании ответственного отношения к труду и активной жизненной позиции. Программа предмета «Спецтехнология» разрабатывается на основе профессионального стандарта, учебного плана переподготовки и учета требований работодателей.

Таблица 3.3 – Тематический план предмета «Спецтехнология»

№ п/п	Наименование темы	Кол-во часов
1	Введение	2
2	Оборудование для автоматической сварки в среде газов	16
3	Сварочные материалы	6
4	Сварные конструкции	5
5	Технология автоматической сварки в среде газов	18
6	Механизация и автоматизация сварочного производства	5
	Итого:	52

В данной программе предусматривается изучение технологии и техники автоматической сварки, устройство работы и эксплуатации оборудования различных типов, марок и модификаций.

3.4 Разработка плана - конспекта урока

В рамках теоретического обучения по предмету «Спецтехнология» нами разработана методика проведения урока.

Тема урока «Устройства и принцип работы сварочного полуавтомат FroniusTransPuls Synergic 4000 и сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						80
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

Цели занятия:

Обучающая: Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочного полуавтомата Fronius TransPulsSynergic 4000 и сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45, их назначении и принципе работы.

Развивающая: развивать техническое и логическое мышление, память, внимание.

Воспитательная: воспитывать сознательную дисциплину на занятии, ответственность и бережное отношение к оборудованию учебного кабинета.

Тип урока: урок новых знаний.

Методы обучения: словесный, наглядный, объяснительно иллюстративные методы.

Дидактическое обеспечение занятия:

– плакаты «Конструкция сварочного полуавтомата Fronius TransPulsSynergic 4000 и сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45»

Структура урока:

1. Организационный момент;
2. Подготовка обучающихся к изучению нового материала;
3. Сообщение темы и цели занятия;
4. Актуализация опорных знаний;
5. Изложение нового материала;
6. Первичное закрепление изученного материала.

План-конспект

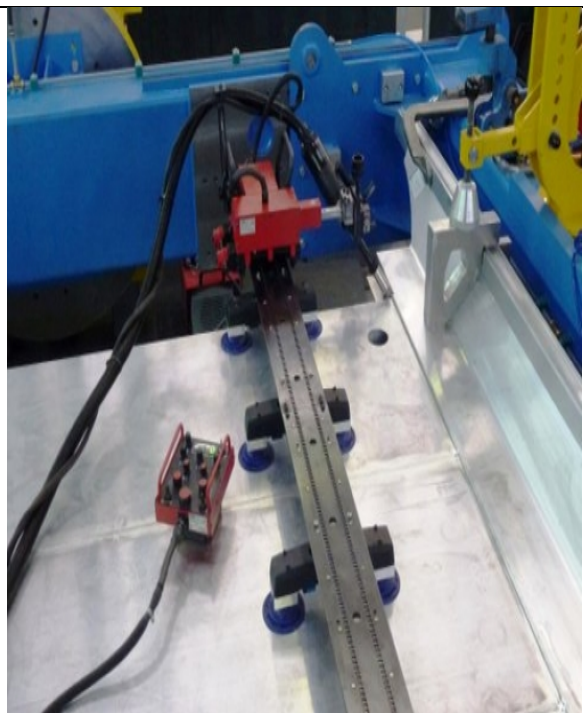
Таблица 3.4 - План-конспект

Планы занятия, затраты времени	Содержание учебного материала	Методическая деятельность
1	2	3
Организацио	Здравствуйте, садитесь, приготовьте тетради	Приветствую

нный момент 5мин.	и авторучки.	обучающихся, проверяю явку и готовность к занятию.
Подготовка обучающихс я к изучению нового материала 5 мин	Тема раздела сегодняшнего занятия «Оборудование для автоматической сварки» Тема занятия: «Устройство и принцип работы сварочного полуавтомат FroniusTransPulsSynergic 4000 и сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45. Цель нашего занятия: «Формирование знаний об устройстве и основных узлах сварочногополуавтоматаFroniusTransPulsSyne rgic 4000 и сварочного трактора Fronius FLEXTRACK 45, их назначении и принципе работы»	Сообщаю тему раздела и занятия, объясняю значимость изучения темы. Мотивирую на продуктивность работы на занятии. Озвучиваю цель урока.
Актуализаци я опорных знаний 10 мин.	Для того что бы приступить к изучению нового материала повторим ранее пройденный материал по вопросам: 1. Чем отличается аппарат для механизированной сварки от аппарата для автоматической сварки? 2. Почему применяют сварочные трактора? 3. Расскажите о возможностях сварочного трактора.	Предлагаю ответить на вопросы по желанию, если нет желающих, опрашиваю выборочно.
Изложение нового материала 35минут	Повторили предыдущую тему, а теперь приступим к изучению нового материала. Компактный трактор обеспечивает широкие возможности сварки. В зависимости от поставленной задачи, могут использоваться направляющие трех различных типов. В разных областях промышленности, где необходимо варить изделия с изменяемой формой поверхности (например кораблестроение, производство емкостей), трактор FlexTrack 45 превосходное решение для поставленной задачи.	Прошу учащихся записать определение, что такое сварочный трактор и его назначение. По мере изложения материала прошу смотреть на рисунки и схемы автомата. Все важные моменты прошу конспектировать по мере изложения материала.

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
		Вывешиваю методический плакат с обозначением основных узлов сварочного трактора, прошу учащихся назвать



Быстрая и легкая установка на рельсы

Тип рельсов(возможные варианты): кольцо, гибкие прямые или изогнутые, жесткие прямые направляющие на ножках с отключаемыми магнитными или вакуумными присосками.



Механизм подачи проволоки VR 4000

плюсы и минусы подобной сварки.

Объясняю важность правильной настройки прижимного механизма, а так же методы контроля и замены движущихся элементов.

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
---	---	---

Обеспечивает надежную и непрерывную подачу проволоки на всем протяжении сварки. Возможность быстрой и легкой замены как сварочной проволоки так и легкой и удобной замены и чистки подающих роликов.



Пульт управления RCU 5000i

Функция орбитальной сварки- встроенный гравитационный датчик обеспечивает автоматическое переключение предварительно настроенных JOB ячеек со сварочными параметрами.



Ручная горелка AW 5000

Рассказываю об удобстве использования пульта во время сварки и о причинах, влияющих на изменения параметров сварки.

Изучаем сварочную горелку, основные элементы, проговариваем как и чем эффективнее разобрать и прочистить горелку.

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3



Легкий эргономичный дизайн и прочный корпус.



Блок колебаний горелки

Высочайшая повторяемость процесса сварки и колебаний горелки, автоматический контроль длины дуги по току. Скорость колебания 5 – 400 см/мин
Амплитуда 2 – 30 мм

Преимущества и особенности использования сварочного трактора:
Использование данного приспособления обеспечивает процесс следующими преимуществами:

- Точная поддержка заданных параметров на протяжении всего выполнения процедуры;
- Современные модели имеют цифровую индикацию;

Смотрим крепление для сварочной горелки
обращаю внимание на
настройку углов
наклона горелки.

Еще раз проговариваю
плюсы использования
сварочного трактора.

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3
	• Цикл сварочного процесса легко	

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.607 ПЗ

Лис

85

- программируется по нужным параметрам;
- Обеспечивается мягкий старт процесса;
- Имеется возможность качественной результативной сварки даже в сложных местах;
- С его помощью легко проходит сварка тонкого металла.
- Высококачественные комплектующие
- Прочный алюминиевый корпус



Источник питания

Поджиг дуги отличается высокой надежностью и всегда стабилен. Это обеспечивается за счет микропроцессорного управления процессом. В начале сварки проволока подается очень медленно. Только после зажигания дуги происходит ускорение до требуемой скорости. Полностью автоматически, как и многое другое в аппаратах FroniusTransPuls. Благодаря этому весь процесс сварки протекает в соответствии с точно запрограммированными характеристиками, и желаемый результат достигается как бы сам по себе. С FroniusTransPuls каждый будет профессиональным сварщиком, ведь в источниках тока встроена функция Synergic. Другими словами, для всех вариантов применения имеется соответствующая программа с настроенными параметрами. Вы выбираете толщину листа и присадочный материал, поворачиваете регулятор и готово. Все остальное мастерски делает сам аппарат. Ток, напряжение, мощность плавления.

Рассказываю про источник питания, называю его основные узлы, зачитываю из руководства пользователя о всевозможных настройках.

Окончание таблицы 3.4

1	2	3
---	---	---

	<p>В результате достигается высочайшее качество сварки.действительно самое лучшее в данном классе.</p> <p>Конструкция сварочной системмFroniusTransPuls тщательно продумана с учетом обеспечения бесперебойной работы. Большие колеса упрощают транспортировку аппарата и легко справляются с незначительными препятствиями, естественно предусмотрены проушины для крана, устройство подачи проволоки серийно комплектуется 4-роликовым приводом. Кроме того, имеется центральный разъем для сварочной горелки Fronius ++: отдельный подвод воды, чтобы вода не попала в газовый канал и не вызвала образования пор. Для аппарата в раздельном исполнении был разработан особенно прочный соединительный шланговый пакет с защитным приспособлением.</p>	
Выдача домашнего задания. 5 минут	Теперь запишем домашнее задание: повторить из каких подвижных частей состоит сварочный трактор, какие автоматические настройки а какие ручные?	Разбираем домашнее задание, что нужно повторить к следующей теме.

Методическая часть дипломного проекта раскрывает научно-обоснованную целенаправленную учебно-методическую работу преподавателя, которая обеспечивает единство планирования, организации и контроля качества усвоения нового содержания обучения. Содержание технологического раздела дипломного проекта явилось составной частью методической разработки.

Выполнив методическую часть дипломного проекта:

- изучили и проанализировали профессиональный стандарт по профессии «Оператор на автоматических и полуавтоматических машинах»;
- составили учебный план для профессиональной «Оператор автоматической и роботизированной сварки»;
- разработали тематический план предмета «Спецтехнология»;
- разработали план - конспект урока по предмету «Спецтехнология», в котором максимально использовали результаты разработки технологического раздела дипломного проекта;

- разработали средства обучения - плакат.

Считаем, что данную разработку, возможно, использовать в процессе переподготовки рабочих по профессии «Оператор автоматической сварки плавлением», ее содержание способствует решению основной задачи профессионального образования - подготовки высококвалифицированных, конкурентоспособных кадров рабочих профессий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						88
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

В результате выполнения дипломного проекта мной был проанализирован базовый вариант изготовления сборки и сварки главной поперечной балки нижней рамы кузова электропоезда ЭС2Г «Ласточка», выявлены его недостатки. Были рассмотрены различные способы сварки и выбран один, по которому и разрабатывался в дальнейшем дипломный проект. Подобрано оборудование, сделаны расчеты режимов сварки. Разработана технология изготовления.

Рассчитана экономическая эффективность проектируемого способа, которая доказала, что проектируемый способ является экономически выгодным для производства.

Разработана программа переподготовки по профессии «Оператор автоматической и роботизированной сварки» 3 уровня.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						89
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Казаков, С.И. Свариваемость. Свариваемые и сварочные материалы - Ч.1: Свариваемость / С.И. Казаков, А.Е. Гончаров. - Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2009. - 156 с.

2 Волченко, В.Н. Сварка и свариваемые материалы: справочное издание: в 3 т. Т.1. Свариваемость материалов/ В.Н. Волченко; под ред. Э. Л. Макарова. -М.: Металлургия, 1991.- 528 с.

3 Каргин, В.Р. Основы технологических процессов ОМД: раздел прессование: учебное пособие / В.Р. Каргин, Б.В. Каргин. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2011. -234с.

4 Каталог продукции Siegmund на 2017 год [Электронный ресурс].- Крефельд Режим доступа: <http://www.deltasvar.ru/katalog/siegmund>.

5 Каталог продукции Fronius на 2016/2017 год [Электронный ресурс].-Крефельд. Режим доступа: http://tctena.ru/pdf/fronius_produktkatalog_2016_2017_ua_low-002.pdf.

6 Китаев, А.М. Справочная книга сварщика / А.М. Китаев, Я.А. Китаев М.: Машиностроение, 1985. - 256 с.

7 Волченко, В.Н. Контроль качества сварки: учебное пособие для машиностроительных вузов / В.Н. Волченко, А.К. Гурвич, А.Н. Майоров [и др.]; под ред. В.Н. Волченко. – М.: Машиностроение, 1975. - 328 с.

8 Коннов, В.В. Типовые методики радиационно-дефектоскопического контроля [Электронный ресурс] / Коннов В.В., Добромислов В.А., Соснин Ф.Р., Фирстов В.Г., Карасина Е.Н., Ганин Е.Н. - ВИАМ. 1999. -16 с. Режим доступа: <https://viam.ru/public/files/1998/1998-202675.pdf>.

9 Каталог государственных стандартов [Электронный ресурс]: база данных содержит классификатор и базу данных нормативных документов. - Электрон. дан. – М.: RusCable.Ru, 1999. – Режим досупа: <http://gost.ruscable.ru/cgi-bin/catalog> . – Загл. с экрана

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						90
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

10 Скаун, В. А. Методика производственного обучения: учебное пособие: в 2 ч. / В.А.Скаун. - М.: Профессиональное образование, 1992.

Ч.1.: 165 с.

Ч.2.: 204 с.

11 Конищев, Б.П. Сварочные материалы для дуговой сварки: справочное пособие : в 2 т. Т. 1 Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев [и др.] ; под общ.ред. Н. Н. Потапова. - М.: Машиностроение, 1989. – 544 с.

12 Кононенко, В.Я. Сварка алюминия: справочное пособие / В.Я. Кононенко. – изд-во: Экотехнология, 2010. – 216 с.

13 Кононенко, В.Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом: справочное пособие / В.Я. Кононенко. Киев: Ника-Принт, 2007. – 266 с.

14 Зусин, В.Я. Сварка и плавка алюминия и его сплавов: учебник / В.Я. Зусин, В.А. Серенко. – Мариуполь: Изд-во Рената, 2004. – 468 с.

15 Бродецкий, Г.Л. Системный анализ в логистике: учебник / Г.Л. Бродецкий. – М.: Академия, 2010. – 320 с.

16 Федулова, М.А. Методические рекомендации по выполнению и оформлению выпускной квалификационной работы. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2014. – 49 с.

17 Волков, О.И. Экономика предприятия: учеб. пособие / О.И. Волков, В.К. Складенко. 2-е изд.- М.: ИНФРА-М, 2013. - 264 с.

18 Грибов, В.Д. Экономика предприятия: учебник. Практикум / В.Д. Грибов, В.П. Грузинов. 5-е изд., перераб. и доп. -М.: КУРС; ИНФРА-М, 2013. - 448 с.

19 Журухина, Г.И. Прикладная экономика: учебник / Г.И. Журухин [и др.]; под ред. Г.И. Журухина, Т.К. Руткаускас. Екатеринбург: Изд-во ФГАОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2015. - 364 с.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						91
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

20 Кругликов, Г. И. Настольная книга мастера профессионального обучения / Г.И. Кругликов. – М.: Академия, 2007. – 272 с.

21 ГОСТ EN 15085-2015. Железнодорожный транспорт. Сварка железнодорожных транспортных средств и их элементов. Часть 3. Требования к проектированию [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». -Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200134846>, свободный. - Загл. с экрана.

22 ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки(с Изменениями № 1, 2, 3, с Поправками) [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». -Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003141>, свободный. - Загл. с экрана.

23 ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры(с Изменением № 1)[Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». -Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004883>, свободный. - Загл. с экрана.

24 ГОСТ 7890-93 Краны мостовые однобалочные подвесные. Технические условия. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004376>, свободный. - Загл. с экрана.

25 ГОСТ Р 52087-2003 Газы углеводородные сжиженные топливные. Технические условия. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200032334>, свободный. - Загл. с экрана.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						92
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		

26 ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». - Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200004328>, свободный. - Загл. с экрана.

27 ГОСТ 166-89 (СТ СЭВ 704-77 - СТ СЭВ 707-77; СТ СЭВ 1309-78, ИСО 3599-76) Штангенциркули. Технические условия (с Изменениями № 1, 2). [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». -Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200012675>, свободный. - Загл. с экрана.

28 ГОСТ Р ИСО 10042-2009 Сварные соединения из алюминия и его сплавов, полученные дуговой сваркой. Уровни качества. [Электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической информации «Техэксперт» и «Кодекс». -Электрон.дан. - Режим досупа: <http://docs.cntd.ru/document/1200081515>, свободный. - Загл. с экрана.

29 ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов. [Электронный ресурс] / Режим досупа: <http://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293802/4293802000.htm>, свободный. - Загл. с экрана.

30 ГОСТ 2.104 – 68. Единая система конструкторской документации. Основные надписи. - Введ. 1971-01-01. – М.: Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1971. – 35 с.

					ДП 44.03.04.607 ПЗ	Лис
						93
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		